

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование»
 Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Эколого-геохимическая оценка состояния почвенного покрова в зоне влияния угледобывающих предприятий на примере г. Междуреченск (Кемеровская область) УДК 502.521:622.333.012(571.17)

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ81	Кудрявцева Мария Геннадьевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Осипова Н. А.	канд. хим. наук		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Барановская Н. В.	д-р биол. наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т. Г.	канд. экон. наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель	Скачкова Л. А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Барановская Н. В.	д-р биол. наук		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование»
Уровень образования магистратура
Отделение геологии
Период выполнения осенний - весенний семестр 2019 /2020 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация
(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела	Максимальный балл раздела
30.10.2019	Административно – географическая характеристика г. Междуреченск	
30.11.2019	Геоэкологическая характеристика г. Междуреченск	
30.12.2019	Методика исследования	
15.02.2020	Расчетная часть и обсуждение результатов	
16.03.2020	Социальная ответственность	
16.04.2020	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
30.05.2020	Оформление ВКР	

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Осипова Н.А.	канд. хим. наук		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Барановская Н. В.	д-р биол. наук		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Барановская Н. В.	д-р биол. наук		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Планируемые результаты обучения по программе 05.04.06 «Экология и природопользование»

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки (специальности)		
P1	Применять глубокие базовые и специальные, естественнонаучные и профессиональные знания в профессиональной деятельности для решения задач, связанных с рациональным природопользованием и охраной окружающей среды	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1 (соотв. ОК-1 из ФГОС ВО), ОПК- 1, 2, 3, 6, 7, 8, ПК-1, 2, 4, 6, 10), CDIO Syllabus (1.1, 1.2, 2.2, 2.3, 2.4), Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.1-5.2.3., 5.2.5, 5.2.9), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов 26.008 «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», 40.133 «Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической в области обращения с отходами»
P2	Разрабатывать природоохранные мероприятия, практические рекомендации по охране природы и обеспечению устойчивого развития, диагностировать проблемы охраны природы, проводить оценку воздействия планируемых сооружений на окружающую среду с учетом российских и международных стандартов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1 (соотв. ОК-1 из ФГОС ВО), УК-2 (соотв. ОК-2 из ФГОС ВО), ОПК- 2, 6, 7, 8, ПК - 2, 3, 4, 5, 6, 9), CDIO Syllabus (1.2, 2.1, 4.1, 4.3, 4.4), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.4, 5.2.7-5.2.8), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов 26.008 «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», 40.133 «Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической в области обращения с отходами»
P3	Организовывать и проводить экологическую экспертизу различных видов проектного задания, осуществлять экологический аудит любого объекта, владеть основами проектирования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1 (соотв. ОК-1 из ФГОС ВО), УК-2 (соотв. ОК-2 из ФГОС ВО), ОПК-6, 7, 8, ПК- 3, 4, 5, 7, 8, 9), CDIO Syllabus (2.1, 3.1, 3.2, 4.1, 4.3, 4.4, 4.7), Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.6, 5.2.10, 5.2.14.-5.2.15), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов 26.008 «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», 40.133 «Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической в области обращения с отходами»

P4	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, УК-5, ОПК-3, 5, 7, 9, ПК- 9, 10), CDIO Syllabus (2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 3.1, 3.2, 4.1, 4.7), Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.16), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов 26.008 «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», 40.133 «Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической в области обращения с отходами»
P5	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональном коллективе. Разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности в сфере охраны окружающей среды, в том числе на иностранном языке	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, УК-5, УК-6 (соотв. ОК-3 из ФГОС), ПК- 1, ПК-2, ПК-4, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-6, ОПК-8), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.12-5.2.16), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов 26.008 «Специалист - технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», 40.133 «Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической в области обращения с отходами»
P6	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1 (соотв. ОК-1 из ФГОС), УК-6 (соотв. ОК-3 из ФГОС), ОПК-2, 3, 4, 5, 6, 8, ПК-1, 3, 4, 6, 10), CDIO Syllabus (2.2, 2.4, 2.5, 3.2, 3.3, 4.2), Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.13-5.2.16), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов 26.008 «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий», 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», 40.133 «Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологической в области обращения с отходами»

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование»
Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Барановская Н.В.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ81	Кудрявцевой Марии Геннадьевне

Тема работы:

Эколого-геохимическая оценка состояния почвенного покрова в зоне влияния угледобывающих предприятий на примере г. Междуреченск (Кемеровская область)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	27.02.2020 г., №58-46/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.2020 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</p>	<p>Литературные и фондовые материалы, данные по ранее проведенным исследованиям, результаты собственных научных исследований.</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Обзор литературы по содержанию химических элементов в почвах. Обзор литературы по накоплениям химических элементов в различных средах г. Междуреченск (твердый осадок снега, листья тополя, эпифитные лишайники). Изучение геохимических особенностей почв, оценка содержания Hg в пробах почв исследуемой территории, измерение магнитной восприимчивости, измерение pH и Eh почв. А также изучение элементного состава почв по данным инструментального нейтронно-активационного анализа.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Скачкова Лариса Александровна</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Рыжакина Татьяна Гавриловна</p>
<p>Английский язык (Приложение А)</p>	<p>Болсуновская Людмила Михайловна</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>1. Характеристика района расположения объекта работ</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Осипова Н.А.	канд. хим. наук		
Профессор	Барановская Н. В.	д-р биол. наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ81	Кудрявцева Мария Геннадьевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ81	Кудрявцевой Марии Геннадьевне

Школа	ИШПР	Отделение	Геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Экология и природопользование

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемой технике и технологии Материально-технические ресурсы: 4 000 000 рублей Информационные ресурсы: фондовая литература Человеческие ресурсы: 2 человека
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. 1. Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	1. Техно-экономическое обоснование целесообразности внедрения новой техники или технологии выполнения работ 2. Линейный график выполнения работ
2. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Расчет сметной стоимости научных исследований
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Календарный план график проведения НИИ	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	31.01.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		31.01.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ81	Кудрявцева Мария Геннадьевна		31.01.2020

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ81	Кудрявцевой Марии Геннадьевне

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	05.04.06 Экология и природопользование

Тема ВКР:

Эколого-геохимическая оценка состояния почвенного покрова в зоне влияния угледобывающих предприятий на примере г. Междуреченск (Кемеровская область)	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объектом исследования являются почвы, отобранные на территории г. Междуреченск Кемеровской области.</p> <p>В ходе исследований проводится аналитическое определение содержания ртути ртутным анализатором РА-915 с пиролизической приставкой ПИРО-915+, а также измерение кислотности, электропроводности водных вытяжек из почв рН-метром/кондуктометром/термометром карманным водонепроницаемым, измерение магнитной восприимчивости каппаметром КТ-5. Определяется вещественный состав почв электронным микроскопом фирмы Hitachi S-3400N с энергодисперсионной приставкой для микроанализа Bruker соответственно. Определяется токсичность почв по методике ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-0.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	<ul style="list-style-type: none"> – Трудовой кодекс Российской Федерации – СНиП 23-05-95 – СанПиН 2.2.4.548-96 – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 – СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. – Р 2.2.2006-05 – ГОСТ 12.1.038-82 – ГОСТ 12.1.004-91 – НПБ 105-03 – ГН 2.1.7.2041-06
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<p>В данных разделах приводится описание всех опасных и вредных факторов, возникающих при полевых, лабораторных и камеральных работах.</p> <p>Вредные факторы: недостаточная освещенность рабочего помещения; отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе, в помещении. Тяжесть и напряженность физического труда, превышение уровней электромагнитных</p>

	излучений. Опасные факторы: электрический ток, пожарная опасность.
3. Экологическая безопасность:	При проведении исследований опасности для окружающей среды нет.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможной и наиболее типичной ЧС является пожар на рабочем месте.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	31.01.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель ООД ШБИП	Скачкова Лариса Александровна			31.01.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ81	Кудрявцева Мария Геннадьевна		31.01.2020

Реферат

Выпускная квалификационная работа объемом 143 с., 30 рис., 30 табл., 86 источников.

Ключевые слова: почвы, элементный состав, эколого-геохимические показатели, воздействие угольной промышленности, вещественный состав, токсичность, магнитная восприимчивость.

Объектом исследования являются почвы, отобранные на территории г. Междуреченск.

Целью работы является эколого-геохимическая оценка состояния почвенного покрова в зоне влияния угледобывающих предприятий на примере г. Междуреченск (Кемеровская область).

В процессе исследования проводилось изучение элементного состава проб почв г. Междуреченск методом инструментального нейтронно-активационного анализа, установлено содержание ртути в почвах атомно-абсорбционным методом. Были определены физико – химические характеристики почв, а именно pH, электропроводность почвенных вытяжек, магнитная восприимчивость. Также изучен вещественный состав проб методом электронной микроскопии.

В результате исследования изучен вещественный и элементный состав проб почв, выявлены геохимические ассоциации химических элементов, определена степень загрязнения территории, установлено избирательное накопление концентрации определенных тяжелых металлов в исследуемом веществе, которые могут быть использованы как индикаторы экологического состояния территории.

Область применения: результаты работы могут быть использованы в экологических службах Министерства природных ресурсов и экологии Кузбасса.

Экономическая значимость работы: полученные фактические данные и результаты могут быть использованы заинтересованными организациями и местной администрацией.

Оглавление

Введение.....	13
1 Характеристика района расположения объекта работ.....	16
1.1 Административно-географическая характеристика района.....	16
1.2 Климатическая характеристика района.....	17
1.3 Геоморфология.....	18
1.4 Гидрологические и гидрогеологические условия.....	19
1.5 Геологическая характеристика.....	22
1.6 Почвенно-грунтовая характеристика.....	23
1.7 Флора и фауна.....	24
1.8 Полезные ископаемые.....	25
2 Геоэкологическая характеристика г. Междуреченск.....	28
2.1 Воздействие на атмосферный воздух.....	29
2.2 Воздействие на поверхностные и подземные воды.....	34
2.3 Воздействие на почвенный покров.....	37
3 Обзор ранее проведенных исследований.....	41
4 Методика исследования.....	46
4.1 Отбор проб и пробоподготовка.....	46
4.2 Аналитические исследования.....	50
4.2.1 Определение физико-химических характеристик почвы.....	50
4.2.2 Определение элементного состава почвы.....	52
4.2.3 Атомно-абсорбционный анализ.....	54
4.2.4 Метод биотестирования.....	54
4.2.5 Электронная микроскопия.....	55
4.2.6 Рентгеноструктурный анализ.....	56

4.3 Методика обработки результатов.....	57
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	89
6.1 Планирование работ.....	90
6.2 Расчет затрат труда.....	97
6.3 Нормы расходов материалов.....	97
6.4 Расчет оплаты труда.....	99
6.5 Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ.....	101
7 Исследование свойств веществ и материалов в лабораторных условиях.....	103
7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	103
7.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства.....	103
7.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя.....	105
7.2 Профессиональная социальная безопасность.....	107
7.3 Экологическая безопасность.....	112
7.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	112
Выводы.....	115
Список публикаций студента.....	118
Список использованных источников.....	118
Приложение А.....	129
General description of the Mezhdurechensk territory.....	129
Приложение В.....	142
Протокол испытаний на содержание ртути №14-20 Р.....	142
Приложение С.....	143
Приложение к протоколу №14-20 Р.....	143

Введение

Актуальность исследования. В настоящее время отмечается повышенный интерес к исследованию экологического состояния объектов окружающей среды урбанизированных территорий. Изучение почв и почвенного покрова в таких исследованиях занимает важное место. Городские почвы это совершенно особые, до сих пор малоизученные биологические системы, отличные по ряду свойств от природных. Почвы урбанизированных территорий несут повышенную антропогенную нагрузку. Продолжительность пребывания техногенных загрязнителей в почве больше, чем в других компонентах биосферы [3]. Загрязнение почв имеет устойчиво-прогрессивный характер [60]. В связи с этим необходима детальная эколого-геохимическая оценка их состояния на территории города с использованием в комплексе минералого-геохимических методов и методов биотестирования.

Цель работы: эколого-геохимическая оценка состояния почвенного покрова в зоне влияния угледобывающих предприятий на примере г. Междуреченск (Кемеровская область).

Задачи:

1. Анализ литературных источников и ранее проведенных исследований на исследуемой территории;
2. Установить уровни содержания химических элементов в почвах г. Междуреченск и в почвах, отобранных в районе транспортировки сырья на разрезе Кийзасском;
3. Определить физико-химические характеристики почв;
4. Рассчитать эколого – геохимические показатели содержания компонентов в почвах г. Междуреченск;
5. Определить минеральный состав почв;
6. Установить токсичность почв;
7. Провести статистическую обработку полученных данных;

Научная новизна работы: Впервые получены данные по элементному составу почв (28 элементов) южной части г. Междуреченск, а именно

Притомского района, а также почв, отобранных вблизи разреза Кийзасский. Геохимическая специализация почв на территории г. Междуреченск относительно кларка ноосферы формируется преимущественно за счет таких химических элементов как Sb, Ba, Zn, тогда как уровни содержания большинства рассматриваемых химических элементов сопоставимы со значениями их кларковых концентраций. Превышения содержаний элементов относительно предельно допустимых концентраций (ПДК) выявлены для Zn (до 12 раз) и Cr (до 10 раз) в почвах во всех точках. В 5 проанализированных пробах почв зафиксированы превышения ПДК по Sb – от 2 до 13 раз. Наибольшие величины превышения ПДК по Sb установлены в пробах, отобранных в районах котельной. Превышений нормативов ПДК в почвах на территории г. Междуреченск по концентрациям Hg не установлено (среднее содержание Hg соответствует 0,03 доли ПДК_{Hg}). Сравнение полученных данных с ранее проведенными исследованиями, показывает, что средние содержания большинства элементов находятся на уровне средних значений по городу. Вместе с тем наблюдается превышение средних содержаний Ba, Se и понижение средних содержаний Cr, Sr по сравнению со средними значениями по городу в сравнении с [36]. А также превышение Co, Zn, Sr, Ba и понижение Cr, As по сравнению со средними содержаниями по городу в сравнении с [45, 46]. Определена токсичность проб по методу изменения оптической плотности культуры водоросли хлорелла. Среднюю токсичность имеют пробы, отобранные возле котельной (КМ17, КМ 8ф, КМ 14), а также проба, отобранная возле перекрестка (КМ 3). Токсичной пробой является проба, отобранная в точке КМ 22, которая расположена вблизи интенсивного движения автотранспорта.

Практическая значимость работы. Полученные результаты представляют практический интерес для специалистов экологов, геоэкологов и смежных направлений, а также могут быть основой для постановки более детальных работ по исследованию данной территории.

Фактические материалы и методы исследования. Почвы на территории г. Междуреченск были отобраны в начале октября 2018 г по равномерной площадной сети в масштабе 1:25 000. Отбор проб осуществлялся по методу конверта. Всего в ходе работы отобрано и проанализировано 28 проб.

Определение содержания химических элементов в почвах производилось методом инструментального нейтронно-активационного анализа в аккредитованной ядерно-геохимической лаборатории на ядерном реакторе ИРТ-Т Томского политехнического университета (аналитики Судыко А.Ф и Богутская Л.В.).

Реализация и апробация работы. Результаты выпускной квалификационной работы доложены: на XXIII (8-12 апреля 2019 г.), XXIV (6-10 апреля 2020 г.) Международном научном симпозиуме студентов и молодых ученых имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр», XII Всероссийской научно-практической конференции «Образование и наука для устойчивого развития», посвященной Десятилетию действий по достижению Целей устойчивого развития (21-23 апреля 2020 г.).

1 Характеристика района расположения объекта работ

1.1 Административно-географическая характеристика района

Междуреченск расположен на юго-востоке Кемеровской области (рисунок 1), между реками Томь и Уса, в юго-восточной части Кузнецкого угольного бассейна, в 63 км восточнее Новокузнецка и в 307 км юго-восточнее г. Кемерово, на высоте в среднем 240 м над уровнем моря [12]. Междуреченск — один из наиболее удалённых городов от областного центра. Это один из крупнейших по количеству жителей, третий по площади город Кемеровской области. Численность населения на 2019 г. составила 96159 человек, площадь города – 332,56 км². Совместно с тринадцатью посёлками Междуреченского района Кемеровской области образует Междуреченский городской округ. Город входит в состав Новокузнецкой (Кузбасской) агломерации.



Рисунок 1 – Город Междуреченск на карте Кемеровской области [1]

Являясь административным центром, г. Междуреченск имеет тесные связи с окружающими город территориями и населенными пунктами. Прежде

всего, производственные, связанные с разработкой Томусинского, Ольжерасского и Распадского угольных месторождений.

Промышленность города характеризуется многоотраслевой структурой, угольная отрасль является градообразующей.

1.2 Климатическая характеристика района

Междуреченск характеризуется резко континентальным климатом со значительными годовыми и суточными колебаниями температур, а также большим количеством осадков [34]. Среднегодовая температура — 0,1 С°, средняя температура января — 25 С°, средняя температура июля + 18,5 С°. Абсолютный температурный минимум — 48 С°, абсолютный температурный максимум + 39 С°, среднегодовая скорость ветров – составляет 2,9 м/с. Повторяемость штилевых ситуаций в городе составляет — 51 %.

Город расположен в зоне достаточного увлажнения: в среднем выпадает от 750 до 1400 мм осадков в год. Снежный покров устанавливается в первых числах ноября (в горах — в октябре). Процесс таяния снега и ледников в горах ежегодно создаёт угрозу затопления территории городской черты. Продолжительность снежного покрова около 160 дней. Средняя глубина промерзания почвы на территории города составляет около 190 см. Преобладающее направление ветров – юго-западное (рисунок 2).

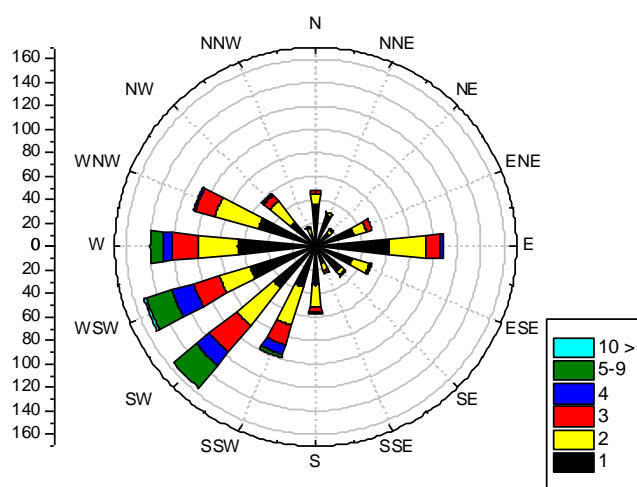


Рисунок 2 – Роза ветров для г. Междуреченска (начало октября 2018 г.) (данные сайта "Расписание Погоды", gr5.ru)

Суровый температурный режим сопровождается повышенной влажностью атмосферного воздуха вследствие расположения городского округа между реками на болотистой местности. Ситуацию усугубляет недостаток солнечного света (в основном пасмурная или облачная погода).

Характерной особенностью зимнего времени года являются устойчивые инверсии. Число дней с инверсиями отмечается до 150-180 в год на пониженных формах рельефа и до 100 в год на повышенных. Инверсии создают благоприятные условия накопления в воздухе загрязняющих веществ от различных источников выбросов в атмосферу. Значительные поступления загрязняющих веществ, котловинообразный рельеф местности и солнечная радиация приводит к образованию фотохимических смогов. Зимой смоги наблюдаются в течении длительного времени и неблагоприятно сказываются на проживании населения.

1.3 Геоморфология

Район города Междуреченска приурочен к западным склонам Кузнецкого Алатау [34]. Он характеризуется значительной расчлененностью рельефа. Строение рельефа территории является результатом длительных тектонических и эрозионных процессов. Город расположен на стрелке рек Томь и Уса. Ширина междуречной части - 2,5 км, протяженность ее от слияния рек до сопки Сыркаши – 8 км. Основная часть города расположена на пойменной территории, возвышающейся на 2-3 м над меженным уровнем. Горные кряжи, окружающие город, состоят из системы сопок с крутыми склонами и ровными вершинами. Кряжи расчленены густой сетью притоков рек Томи и Усы. Отметки вершин сопок колеблются от 300-400 м до 500-600 м. Освоение угольных месторождений методом подземной и открытой разработки (карьерами), привело рельеф этой территории к глубокому техногенному изменению с образованием вторичных форм – сопок, холмов (отвалы) высотой до 300 м и искусственных провалов (до 50-100 м), водоемов (отработанные участки карьеров, отстойников), а также появлению оползней и оплывин в бортах карьеров.

1.4 Гидрологические и гидрогеологические условия

Гидрологические условия

Гидрологическая сеть территории города представлена реками Томь и Уса и их малыми притоками [34]. Река Томь берет начало на западном склоне Абаканских гор и впадает в р. Обь, справа на 2677 км от устья. Общее направление реки северо-западное. Водоразделами бассейна служат Салаирский кряж и Кузнецкий Алатау. Река Томь является главной водной артерией района. Длина реки 827 км, площадь водосбора 62000 км². Верхняя часть бассейна (до впадения р. Кондома) носит горный характер с абсолютными отметками вершины 1300-2200 м. Находясь в зоне избыточного увлажнения, с годовым количеством осадков 800-1200 мм, она имеет густую и сложную речную сеть. Наиболее значительные притоки: Тережу, Казыр, Бель-Су, Уса, Мрас-Су. До впадения р. Усы река Томь протекает в узкой долине, в порожищем русле, с уклонами 0,0008-0,002.

Водпост по Томи расположен в 8 км выше впадения реки Усы и в 7 км ниже впадения реки Кумзас. Отметка «0» графика 242,46 м Балтийской системы. Ширина долины по дну 0,5-1,8 км. Склоны высотой 100-300 м, очень крутые (35-40) выгнутые, рассеченные логами и долинами ручьев и речек, скалистые, покрытые смешанными лесами. Русло слабо извилистое, разветвленное, часто встречающиеся острова покрыты кустарником. Ниже реки Бель-Су имеется пойма, преимущественно односторонняя, переходящая с берега на берег. Преобладающая ширина поймы 0,5 км, наибольшая 1,5-2,0 км. Ширина русла 20-120 м. форма долины реки корытообразная. Правобережная часть долины сливается с долиной р. Усы, образуя междуречное пространство шириной 5-8 км, на территории которого находится г. Междуреченск. Левый склон долины крутой. Высота до 100 м., русло реки прямолинейное, дно валунно-галечниковое. Глубины водного потока в межень колеблются в пределах 0,7-0,8 м на перекатных участках и 3,0-3,5 м на плёсовых, скорости течения 0,3-1,0 м/сек. Средний годовой модуль стока 28 л/сек. Вода Томи имеет слабую минерализацию, относится к гидрокарбонатному классу. Томь является

основным источником водоснабжения города. Река Уса – правый приток реки Томи. Ее длина 175 км, площадь водосбора 3320 км². Начинается она на западных склонах Кузнецкого Алатау. Русло реки слабо извилистое. Долина реки корытообразная, с крутым, поросшим хвойным лесом, склонами. Левобережная часть долины пойменная, местами заболоченная, сливается с долиной р. Томи. С правой стороны к долине примыкают горы до 100 м, заросшие хвойным лесом. Правый берег обрывистый скалистый. По левому берегу построена дамба, высотой 7-9 м, поэтому пойма, ширина которой до 3 км, не затопляется. Дамба суживает русло реки в период половодья, а это влечет за собой изменение уклонов. Русло реки прямолинейное, каменистое галечниковое. На реке много островов, перекатов, кос. Зимой, вследствие зашугованности, бывают заторы, наледи, полыньи, а в период ледохода заторы льда. Река очень водная, средний годовой модуль стока 45 л/сек. Максимальные уровни редкой повторяемости на реках Томь и Уса могут вызвать перелив в некоторых местах дамбы обвалования. В связи с этим, необходимо проведение дополнительных инженерных мероприятий по инженерной защите города от затопления.

Гидрогеологические условия

Город Междуреченск расположен в юго-восточной части Кузнецкого артезианского бассейна [12]. На его территории распространены водоносный горизонт пойменной территории и водоносный комплекс верхнепермских отложений. Водоносный горизонт современных четвертичных аллювиальных отложений пойменной террасы приурочен к территории междуречья

Водовмещающими породами являются валунно-галечниковые отложения. Питание производится за счет подрусловых вод рек Томи и Усы, а также инфильтрации атмосферных осадков. Водообильность горизонта колеблется в широких пределах, удельные дебиты изменяются от 0,05 до 15,2 л/с. Коэффициент фильтрации находится в пределах от 50 до 285 л/с на прирусловых участках рек; до 0,5-33 л/с в междуречной части. Уровни грунтовых вод в межень устанавливаются на глубине 0,5-3,5м, в период

половодья устанавливаются на 0,5-1 м выше поверхности земли. Грунтовые воды в межень безнапорны, в паводок появляется напор, который может дать повышение над поверхностью земли на 0,3-1,8 м. В результате интенсивной застройки и планировки города, строительства дренажей и под влиянием утечек из водонесущих коммуникаций, режим грунтовых вод имеет нарушенный характер. Наиболее антропогенное воздействие на режим грунтовых вод наблюдается вдоль насыпи железной дороги Новокузнецк-Абакан. По химическому составу воды гидрокарбонатно-кальциево-магневые с минерализацией менее 0,5 г/дм³. По отношению к бетону воды обладают общекислотной, углекислотной и щелочной агрессивностью. Водоносный комплекс верхнепермских отложений распространен на всей территории города под водоносным горизонтом аллювиальных отложений. Подземные воды приурочены к зонам повышенной трещиноватости водовмещающих коренных пород, представленных алевролитапесчанниками, рагелитами и углями. Питание комплекса осуществляется за счет перетекания вышележащего водоносного горизонта и за счет горизонтального подземного стока с водораздела рек Усы и Томи. Глубина залегания водоносного горизонта составляет 7-12 м. Уровни устанавливаются на глубине 0,5-2,5 м и незначительно отличаются от уровней грунтовых вод, что говорит об их тесной гидравлической связи. Удельные дебиты скважин равны 0,15-2,94 л/с, с глубиной водообильность резко сокращается. Коэффициент фильтрации верхней трещиноватой зоны изменяются от 0,9 до 26,5 м/сут. В пределах территории распространены следующие типы подземных вод:

1. Верховодка, прослеживающая в суглинисто-песчаных грунтах и торфах.
2. Галечниковый водоносный горизонт, приуроченный к аллювиальным отложениям низких террас р. Томи.
3. Трещинно-пластовые воды Балахонской и Кузнецкой свит.

1.5 Геологическая характеристика

Город Междуреченск расположен в Томь-Усинском геологическом районе Кузбасса [34]. Территория города приурочена к полосе западного моноклинала, представляющего собой юго-восточное крыло Кузбасской мульды. В нее включены отложения ерунаковской, ильинской, кузнецкой и верхнебалаконской свит. Наибольшая ширина зоны приходится на центральную часть Томь-Усинского района. Зона характеризуется пологим падением слоев и осложнена небольшим числом флексурных складок. Геологическое строение территории города определяется генетическими комплексами, расположенными в стратиграфической последовательности.

1. Комплекс лагунно-континентальных нижнепермских отложений верхнебалахонской подсерии представлен угленосной формацией. Отложения пород имеют повсеместное распространение и обладают высоким угленосным содержанием. Мощность комплекса 850-870 м. По угленосности комплекс подразделяется на две свиты: промежуточную и ишановскую. Промежуточная свита имеет мощность 250-270 м и содержит небольшое количество пластов угля толщиной около 1м. Ишановская свита более развита, ее мощность 560 – 600 м. Свита характеризуется высокой угленосностью, толщина отдельных пластов угля 5 - 8 м. Отличительной чертой отложений является высокая механическая прочность и устойчивость песчано-алевритных толщ и пластов угля. Комплекс имеет северо-западное падение пластов с уклоном около 11°.

2. Комплекс аллювиальных современных отложений пойменных террас реки Томь и Уса. Им сложено все междуречное пространство территории города. В комплексе выделяются две фации: русловая и пойменная. Русловая фация сложена валунно-галечниковыми отложениями и имеет мощность от 2 до 6,5м. Отложения хорошо промыты и обводнены. Характеризуются хорошей акатанностью материала и неоднородной крупностью. К русловой фации приурочен постоянно действующий напорно-безнапорный горизонт подземных пластово-норовых вод. Пойменная фация представлена суглинками и имеет

мощность не более 5,5 м. Суглинки отличаются повышенной влажностью, слабой уплотненностью и пластичным составом.

3. Комплекс современных биогенных (болотных) образований представлен отложениями заторфованных, староречных и заболоченных пространств. Торф имеет различные стадии разложения и насыщен водой. Мощность комплекса от 0,2 до 2,3 м. Комплекс имеет суглинки от туго до текучепластичных с содержанием органического вещества от 0,13 до 0,42. Мощность слоев суглинков около 1,5 м. Площади развития комплекса условно соотносятся с участками заболоченности. В настоящее время большинство из них перекрыты современными техногенными отложениями.

4. Комплекс современных техногенных образований. К техногенным образованиям относятся насыпные грунты, которыми занята значительная часть территории города. Насыпные грунты использовались для строительства дорог, дамбы и различных подсыпок. Специальных исследований грунтов не проводилось. Их мощность варьируется от 0,5 до 3,5 м. В состав грунтов входят галечник, угольный шлак, битый кирпич и суглинок с крупнообломочными включениями. Среди насыпных грунтов особо следует отметить отвалы вскрышных пород. Вскрышные породы состоят в основном из переработанных осадочных фракций. Свежие породы являются неорганизованными источниками загрязнения атмосферы, талых и ливневых вод.

1.6 Почвенно-грунтовая характеристика

Природные почвы в окрестностях Междуреченска относятся к почвам горных территорий. Среди них выделены следующие типы: горные тундровые, горные лесные бурые, горные луговые, горные, лесные подзолистые, серые лесные. Кроме того, выделены почвы речных долин – аллювиальные дерновые, аллювиальные луговые, аллювиально-болотные (в том числе: торфяные и торфянистые различной мощности) [33]. По механическому составу грунты рассматриваемой территории представлены двумя основными типами – коренными и рыхлыми породами. Коренные по гранулометрическому составу можно подразделить на три группы: аргиллиты, алевролиты и песчаники. Эти

породы представляют собой скальные образования различной прочности и устойчивости. В верхней части разреза до 5 м залегают выветренные породы, разрушенные в кровле до состояния щебня и суглинка. Выветривание верхнего слоя заметно снижает прочность пород.

Рыхлые отложения представлены валунно-галечниковым грунтом, аллювиальными и делювиальными суглинками. Валунно-галечниковый грунт характеризуется сложным гранулометрическим составом. В него входит до 10 % песка, глины, пыли и до 50 % валунов. Этот грунт представлен единственным постоянным горизонтом. Галечниковый горизонт перекрыт маломощными суглинками, которые в свою очередь перекрываются торфом и насыпными грунтами.

К техногенным образованиям относятся насыпные грунты, которыми занята значительная часть территории города. Насыпные грунты использовались для строительства дорог, дамбы и различных подсыпок. В состав грунтов входят галечник, угольный шлак, битый кирпич и суглинок с крупнообломочными включениями. Среди насыпных грунтов особо следует отметить отвалы вскрышных пород. Вскрышные породы состоят в основном из переработанных осадочных фракций.

1.7 Флора и фауна

Флора Междуреченского городского округа представлена почти 2 тыс. разновидностей растений, в том числе видами, занесенными в Красную Книгу Кемеровской области и Российской Федерации [34]. Распределение растительности на территории определяются в основном высотной поясной зональностью, что связано с горным характером рельефа и особенностями климата. Территория городского округа характеризуется значительной заселенностью, которая составляет 79,7 %.

Междуреченский городской округ богат представителями животного мира. Фауна представлена мелкими млекопитающими, дикими копытными животными, промысловыми видами пушных зверей и охотничьих животных, водоплавающей и боровой дичью и другими видами. В Красную книгу

Кемеровской области и Российской Федерации занесены северный олень (лесная популяция), выдра, кабарга, несколько видов летучих мышей.

1.8 Полезные ископаемые

По результатам использованного материала установлено, что г. Междуреченск расположен в основном в Томь - Усинском, частично в Мрасском и Тутуяском геолого-промышленных районах Кузбасса и охватывает месторождения каменного угля (Распадское, Березовское, Ольжерасское, Томское, Сибиргинское); Усинское месторождение диабазов (промышленный камень), Томь-Усинский карьер закладочного камня и месторождения подземных вод [34].

В структурно-тектоническом отношении г. Междуреченск приурочен к полосе Главного моноклинала, развитого к крайней периферической зоне предгорьев Кузнецкого Алатау, протягивающаяся вдоль восточной окраины бассейна и переходящая на юге в северные предгорья Горной Шории. С северо-запада на юго-восток выделено четыре параллельные тектонические зоны: полоса Западного моноклинала, Центральная зона сложных складок, зона пологих складок и Восточный моноклинал. Породы разбиты серией надвигов и взбросов, плоскость смесителя имеет согласное с падением толщи направление падения и пересекает пласты угля под небольшим углом. Большинство разрывов быстро затухают на глубину и по простиранию.

Магматические породы распространены среди осадочных пород. Они образуют пластовые залежи – силы или секущие дайки диабазов. Детально прослежены два сила диабазов: Сыркашевский (мощность изменяется от 48 м до 125 м и Майзасский от 65 м до 123 м), одна апофиза сила и дайка.

В геологическом строении оцениваемой площади принимают участие отложения, карбона и юры, перекрытые с поверхности рыхлыми четвертичными осадками.

Юрские отложения с выраженным угловым несогласием залегает на размытой поверхности пермских пород. Отложения юры сложены преимущественно конгломератами, песчаниками и алевролитами.

Отложения перми представлены (сверху в низ): ускатской свитой, кузнецкой подсерией, кемеровской, ишановской промежуточной свитами. Отложения карбона представлены алыкаесвской и мазуровской свитами.

Угленосные отложения включают до 100 пластов и пропластков угля, из которых около 34 имеют рабочую мощность.

Ускатная свита содержит до 5 рабочих пластов каменного угля, средняя мощность колеблется от 0,97 м до 4,50 м.

В связи с большим количеством угольных пластов (верхнебалахонская и нижнебалахонская подсерии от кемеровской свиты до мазуровской свиты) характеристика их дается по группам, выделенным на основании стратиграфического положения и общего сходства фациальной обстановки накопления пластов, их мощности, строения и площадного распространения. Выделено пять групп. Описание их проводится от верхних пластов к нижним.

Характерными особенностями пластов первой группы (III, IV- V и VI) является большая мощность, сохраняющаяся на всей площади. Общая мощность пластов составляет 16-18 м, мощности колеблются от 1,5м до 11,5 м.

Во вторую группу входят пласты VIa – XVII. Эта группа содержит 8 выдержанных пластов угля рабочей мощности, изменяющейся в пределах 1,1 - 2,8 м. Наблюдается разделение, слияние и сложное строение пластов угля. При слиянии пластов достигается наибольшая мощность (9,7м).

Третья группа объединяет пласты XXI – XXVI. Характерной особенностью этой группы является невыдержанная мощность пластов, большинство пластов утрачивают рабочую мощность, пласты выклиниваются либо размыты. Строение чаще простое. Только XXIV на площади всего района имеет рабочее значение (до 10 м).

В четвертую группу входят пласты XXXVII – XXXVI. Эта группа характеризуется большой изменчивостью мощности и сложным строением пластов. Пласты теряют рабочее значение, выклиниваются, часто размыты. Мощность изменяется от 0 м до 9 м.

В пятую группу включены пласты нижних свит (алыкаевская и мазуровская). Из общего число пластов только три пласта сохраняют рабочую мощность на всей площади района. Угленосность нижебалахонской подсерии изучена недостаточно.

Таким образом, наибольшую угленосность имеют первая, вторая и четвертая группа угольных пластов.

Город Междуреченск включает полностью или частично большое количество горных отводов действующих, строящихся предприятий и геологических участков. Запасы каменного угля по действующим и строящимся предприятиям числятся в распределенном фонде, запасы каменного угля по геологическим участкам учитываются в нераспределенном фонде «Кузбасснедра». Все участки и предприятия, попавшие в испрашиваемые границы, перечислены в сводной таблице № 2.6-1 запасов каменного угля, в этой же таблице показаны лицензии, горизонты подсчета запасов, протоколы утверждения и количество запасов. Запасы угля по объектам распределенного и нераспределенного фондов, частично вошедших в городскую черту, рассчитаны с использованием процентного соотношения входящей части площади объекта от его полной площади с распространением данного соотношения на запасы угля. Согласно проведенному ориентировочному подсчету в границах испрашиваемой площади сосредоточено следующее количество запасов каменного угля всего:

Категории А+В+С1 – 3435554 тыс. тонн;

Категория С2 – 811447 тыс. тонн;

Забалансовых – 138650 тыс. тонн;

Прогнозных ресурсов – 202546 тыс. тонн, в том числе:

а) распределенный фонд: Категории А+В+С1 – 436143 тыс.тонн; Категория С2 – 1315 тыс.тонн; Забалансовых – 52265 тыс. тонн;

б) нераспределенный фонд «Кузбасснедра»: Категории А+В+С1 – 2672654 тыс. тонн; Категория С2 – 545577 тыс. тонн; Забалансовых – 81956 тыс. тонн;

г) числящиеся в отраслевом балансе: Категории А+В+С1 – 326757 тыс.тонн; Категория С2 – 26455 тыс.тонн; Забалансовых – 4429тыс. тонн; Ресурсы Р1 – 202546 тыс.тонн.

Угли технологических марок Г, ГЖО, ГЖ, Ж, К, КО, КС, ОС, СС, ТС, Т, А.

Также в административных границах Междуреченского городского округа разведаны разнообразные месторождения полезных ископаемых: железных и марганцевых руд; россыпного золота; строительных материалов (глины, гравия, бутового камня, мрамора, гранита, кварцита); месторождений нерудных полезных ископаемых (талька, фосфорита, вермикулита, мусковита) [12].

2 Геоэкологическая характеристика г. Междуреченск

Экологическая ситуация в Кемеровской области, в том числе г. Междуреченск, характеризуется как неблагоприятная [12, 56, 65].

Главным фактором преобразования окружающей среды в пределах административной территории являются техногенные процессы, формирующиеся при эксплуатации различных объектов угледобывающих производств [34]¹.

Извлечение из недр огромной массы вскрышных пород способствует нарушению земной поверхности на большой площади. На поверхности земель, нарушенных при открытой угледобыче, в зоне ведения работ происходят активные процессы пылеобразования и окисления, что в свою очередь приводит к загрязнению воздуха, почвы, поверхностных и подземных вод [54, 55, 57, 58]. Помимо этого к загрязнению приводят строительство карьеров, шахт, отвалов, отстойных водоемов, различных насыпей и траншей, ведение горных работ, сортировка и транспортировка угля, монтажные работы, работа уникального, тяжелого оборудования и др. [40, 59, 66, 67].

¹ Примечание: в Докладах о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2009-2019 г. информация по Междуреченску неполная, поэтому за основу взят [34].

2.1 Воздействие на атмосферный воздух

В пределах административной территории муниципального образования «Междуреченский городской округ» осуществляют свою деятельность 100 предприятий и организаций, выбросы вредных веществ от которых оказывают негативное воздействие на атмосферный воздух [34]. Особенно сильное воздействие на атмосферный воздух города оказывают предприятия по добыче полезных ископаемых, в меньшей степени предприятия жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ).

Основными источниками загрязнения атмосферы являются стационарные, количество которых составило 1 553 ед., из них: организованных – 641, неорганизованных – 912 ед. К стационарным источникам относятся: котельные, подземные шахтные выработки, трубы-сушилки обогатительных фабрик, буровзрывные работы, асфальтобетонные установки, породные отвалы, угольные склады и золоотвалы, металлообрабатывающие и деревообрабатывающие станки и многие другие. Передвижные источники (автомобильный, карьерный, железнодорожный транспорт) составляют 17 165 единиц транспорта. Выбросы загрязняющих веществ (ЗВ) от стационарных источников составляют 92% от объема всех валовых выбросов по г. Междуреченску; 8% - выбросы от передвижных источников. Динамика валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Сведения о выбросах загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных и передвижных источников (тыс. тонн) [34]

Наименование источников выбросов	Количество выбросов загрязняющих веществ					Изменени е к 2007г., тыс. т/%
	2004г.	2005г.	2006г.	2007г.	2008г.	
Стационарные	99,234	107,078	101,282	112,724	137,012	+24,288/ 21%
Передвижные	8,151	9,054	9,848	10,995	11,638	+ 0,643/6%
Всего	107,3857	116,132	111,130	123,719	148,650	+ 24,931/ 20%

Стационарные источники. Масса валовых выбросов вредных веществ от стационарных источников составила 137,011 тыс. тонн, что на 24,3 тыс. тонн (на 21%) больше, чем в 2007 году. Увеличение массы выбросов объясняется увеличением выбросов метана угледобывающими предприятиями: ЗАО «Распадская Угольная Компания» (ОАО «Распадская», ОАО «Междуреченская угольная компания-96»), ОАО ОУК «Южкузбассуголь» (Филиал «Шахта Томусинская 5-6»). Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников в период с 2004 по 2008 годы представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников в период с 2004 по 2008 годы [34]

Наименование загрязняющих веществ	Масса выбросов загрязняющих веществ, тыс. т				
	2004	2005	2006	2007	2008
Всего, в т.ч.:	99,234	107,619	101,282	112,724	137,012
- твердые:	10,052	10,550	9,859	8,928	10,503
- жидкие и газообразные, из них:	89,182	97,069	91,423	103,796	126,509
диоксид азота	2,035	1,988	1,952	2,003	2,086
диоксид серы	1,116	1,229	1,221	1,331	1,695
оксид углерода	3,982	4,422	4,345	4,339	9,483
углеводороды	81,882	89,180	83,664	95,867	112,508
летучие органические соединения	0,087	0,131	0,137	0,136	0,327

В течение последних лет отмечается рост выбросов практически всех веществ: твердых, газообразных и жидких (диоксида азота, диоксида серы,

оксида углерода, углеводородов, летучих органических соединений и пр.) в атмосферный воздух. Основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносит угольная промышленность (шахты, разрезы, обогатительные фабрики) на долю которой приходится 88,2% всех выбросов, на долю предприятий жилищно-коммунального хозяйства – 10,7% от массы валовых выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников. На долю остальных предприятий приходится всего лишь 1,1%. Хозяйственную деятельность по добыче угля, его переработке и транспортировке ведут 19 промышленных предприятий. В сфере услуг по жилищно-коммунальному хозяйству ведут деятельность 16 предприятий и организаций, остальные отрасли – 65 предприятий и организаций. Общая масса выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников по видам экономической деятельности приведена в таблице 3, рисунке 3.

Таблица 3 – Сведения о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников по видам экономической деятельности в 2008 году, тыс. тонн [34]

Наименование отрасли	Количество выбросов, тыс. т	Доля выбросов, %	Количество предприятий, ед.
Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых	120,9	88,2	19
ЖКХ	14,6	10,7	16
Прочие	1,5	1,1	65
ВСЕГО	137,0	100	100

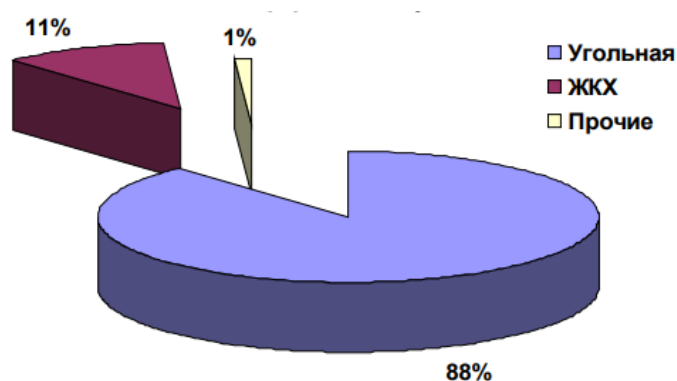


Рисунок 3 – Общее количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух [34]

Основным загрязняющим веществом, выбрасываемым в атмосферу городского округа, является метан, входящий в группу углеводородов, который выделяется в результате добычи угля подземным способом. Доля его в валовых выбросах загрязняющих веществ составляет 82 % (112,5 тыс. тонн) от общей массы выбросов. В атмосферу города от стационарных источников поступает более 70 видов различных загрязняющих веществ. В составе выбросов - высокотоксичные и канцерогенные вещества, такие как: бенз(а)пирен, фториды, различные соединения металлов, углеводороды, органические соединения и другие специфические примеси, которые вступают в атмосфере в фотохимические реакции с образованием озона и других окислителей.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух осуществляются с превышением нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) на предприятиях: - ОАО «Разрез Томусинский» - превышение по пыли угольной в 1,8 раз, пыли неорганической в 1,3 раз; - ОАО «Южный Кузбасс» (филиал ОФ «Красногорская») - превышение по пыли угольной в 1,5 раз; - ОАО «Южный Кузбасс» (филиал ГОФ «Томусинская») - превышение по пыли угольной в 2,2 раз, пыли неорганической 1,4 раз; - ОАО «Южный Кузбасс» (филиал Шахта «им. В.И. Ленина») - превышение по пыли угольной в 1,3 раз; - ЗАО «Распадская угольная компания» (ОАО «МУК-96») - превышение по пыли угольной в 1,9 раз, золы угольной в 3 раз; - ЗАО «Распадская угольная компания» (ЗАО «Распадская-Коксовая») - превышение по пыли неорганической в 2,6 раз; - ОАО «Междуречье» - превышение по золе угольной в 1,4 раз; - ОАО «ОУК «Южкузбассуголь» (филиал Шахта «Томусинская 5-6») - превышение по золе угольной в 1,2 раз; - ЗАО «ОФ Междуреченская» - превышение по пыли неорганической в 1,3 раз.

Вклад выбросов от предприятия жилищно-коммунального хозяйства – МУП «Котельные и тепловые сети» (городских коммунальных котельных) составил 10,4% (14,2 тыс. т) от массы валовых выбросов или 58% от массы

валовых выбросов без метана. МУП «КиТС» является главным загрязнителем атмосферного воздуха в пределах жилой застройки.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от дымовых труб этих котельных в 2008 году превысили установленные нормативы ПДВ по следующим веществам: оксиду углерода – в 2 раза, золы углей – в 4 раза, саже – в 2 раза.

Передвижные источники. Передвижные источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух насчитывают 17 165 единиц автомобильного транспорта (легковой, грузовой, автобусы), а также карьерного автотранспорта (грузоподъемностью более 16 тонн) и железнодорожного транспорта (тепловозы) [34].

Доля массы выбросов от передвижных источников составляет 8% от объема всех валовых выбросов по городскому округу. Масса выбросов от передвижных источников в 2008 году составила 11,638 тыс. тонн, из них: - выбросы от автомобильного транспорта – 5,753 тыс. тонн или 50% от общего количества выбросов от передвижных источников; - выбросы от карьерного автомобильного транспорта – 5,393 тыс. тонн или 46%; - выбросы от железнодорожного транспорта – 0,492 тыс. тонн или 4%. По сравнению с предыдущим годом произошло увеличение выбросов вредных веществ в атмосферу на 0,642 тыс. тонн или на 6%. Увеличение валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников обусловлено ростом количества легкового автотранспорта. Наибольший вклад в загрязнение атмосферы города оказывает автомобильный транспорт (легковой, грузовой, автобусы), выбросы от которого составляют 3,7 тыс. тонн (51%). Количество легковых автомобилей составляет 86% от общего количества автомобильного транспорта. Общее количество транспортных средств по сравнению с 2007 годом увеличилось на 199 ед. Увеличение количества автотранспортных средств обусловлено ростом числа легковых автомобилей.

2.2 Воздействие на поверхностные и подземные воды

В городе Междуреченске насчитывается 26 предприятий-водопользователей, из них 18 предприятий относится к угольной отрасли, 2 предприятия жилищно-коммунального хозяйства, остальные 6 относятся к прочим отраслям промышленности (золотодобыча, строительство, проч.) [34]. Из 26 предприятий – 18 имеют собственные водозаборы; из них 8 предприятий осуществляют забор воды из поверхностных объектов, 5 – из подземных объектов; а также 5 предприятий осуществляют забор воды, как из поверхностных, так и из подземных источников. Динамика показателей водопотребления и водоотведения по г. Междуреченску представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Сведения о водопотреблении и водоотведении по г. Междуреченску (в динамике) [34]

	2004г.	2005г.	2006 г.	2007 г.	2008г.
Объем водопотребления из природных объектов, тыс. м³/год, из них:	65668,14	62277,19	72156,72	69045,98	67312,34
поверхностные объекты	28700,39	28172,45	29056,5	27340,05	28941,6
подземные (скважины)	1581,25	1598,88	2175,72	1830,4	2834,241
шахтно-карьерные	35386,5	32505,86	40924,5	39875,5	33954,5
Объем сброса сточных вод в поверхностные водные объекты, в т.ч.:	47431,31	44040,36	51063,53	54569,71	48170,13
без очистки	19535,51	15879,86	23302,88	25532,49	17680,85
недостаточно очищенные	27701,4	28095,5	27761,64	29037,22	30489,28
нормативно чистые (без очистки)	194,4	65,0	-	-	-
нормативно очищенные на сооружениях очистки (механич., биологич.)	-	-	-	-	-

Объем водоотведения сточных вод в поверхностные водные объекты составил 48 170,13 тыс. м³. Кроме этого, в 2008 году предприятиями, имеющими организованный сброс, в водные объекты через Южный осушительный канал в р. Томь сброшено недостаточно – очищенных сточных вод 869,3 тыс. м³ сточных вод, что на 183,35 тыс. м³ меньше, чем в 2007 году. Объем сточных вод и масса сброса загрязняющих веществ по рекам г. Междуреченск представлен на рисунке 4.

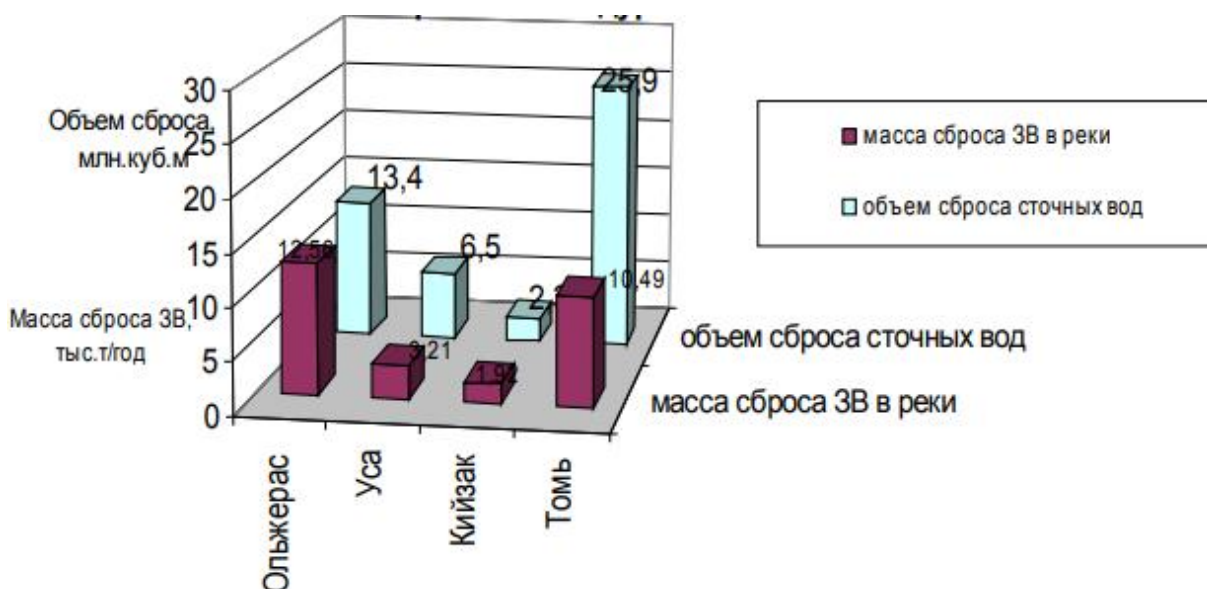


Рисунок 4 – Объем сточных вод и масса сброса загрязняющих веществ по рекам г. Междуреченск [34]

Общее количество загрязняющих веществ, сброшенных в водные объекты предприятиями города Междуреченск – 28,175 тыс. тонн. В реку Томь, в основном, сбрасываются стоки с городских очистных сооружений. В реку Уса сбрасываются без очистки стоки с городской ливневой канализации, что составляет 1 780 тыс. м³ или 27 % от 6495 тыс. м³, а также карьерные воды ОАО «Южный Кузбасс» («Разрез «Ольжерасский»), ЗАО «Артель старателей «Золотой Полюс». В 2008 году произошло увеличение объема сброса в реку Уса, вызванное увеличением сброса шахтных вод ОАО ОУК «Южкузбассуголь» - филиал «Шахта «Томусинская 5 – 6» на выпуске № 2 (с 1555 тыс. м³ до 2096 тыс. м³).

В реку Кийзак поступают сточные воды угольных предприятий: ОАО «Южный Кузбасс» («Разрез «Красногорский»), ОАО «Разрез «Томусинский», ОАО «Междуречье», ОАО ОУК «Южкузбассуголь» («Шахта «Томская»). В 2008 году произошло снижение объема сброса в реку Кийзак сточных вод (на 38,3 %) и загрязняющих веществ (на 77,5 %), вызванное снижением сброса карьерных вод этих предприятий. На реке Ольжерас сосредоточена большая часть угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий, а именно: ЗАО «Распадская Угольная Компания» (ОАО «Распадская», ОАО «МУК – 96», ЗАО

«ОФ «Распадская», ЗАО «Разрез «Распадский», строящаяся шахта ЗАО «Распадская - Коксовая»), предприятия ОАО «Южный Кузбасс» (ЦОФ «Кузбасская», «Шахта им. В.И. Ленина», «Шахта Ольжерасская – Новая», «Разрез «Ольжерасский»), ОАО ОУК «Южкузбассуголь» («Шахта «Томусинская 5 – 6», ГП шахта «им. Л.Д. Шевякова»). В связи с большим количеством предприятий, сосредоточенных на р. Ольжерас, объем сброса сточных вод и поступающих с ней загрязняющих веществ является наибольшим по городу. Динамика показателей сброса загрязняющих веществ по отраслям промышленности за период 2004-2008 гг. по г. Междуреченску представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Сведения о сбросе загрязняющих веществ по отраслям промышленности за период 2004-2008 гг. по г. Междуреченску [34]

	2004 г.	2005г.	2006г.	2007г.	2008г.	равнение с 2007г (+, -)
Масса сброса загрязняющих веществ, в том числе по отраслям, тыс.тонн	28,30	26,791	29,657	31,5	28,2	-3,32
ЖКХ	4,781	5,497	5,677	5,82	5,87	+0,05
угольная	23,504	21,275	23,623	25,05	21,55	-3,5
Прочие	0,015	0,019	0,357	0,63	0,76	+0,13
Доля сброса загрязняющих веществ, %						
ЖКХ	16,9	20,5	19,1	18,5	20,8	+2,3
угольная	83,0	79,4	79,7	79,5	76,5	-3,0
прочие	0,1	0,1	1,2	2,0	2,7	+0,7

Характер сброса загрязняющих веществ в водные объекты в 2008 году по г. Междуреченску представлял следующую картину: р. Ольжерас – масса загрязняющих веществ, сброшенных угольными предприятиями, составила 12 563,3 тонн; из них 747 тонн взвешенных веществ, нефтепродуктов – 4 тонн. Р. Уса – масса загрязняющих веществ, сброшенных различными источниками, составила 3 209,5 т; из них доля угольной отрасли составила 83% (2 678 т). Взвешенные вещества составили 121 т, нефтепродукты - 0,6 тонн. р. Кийзак – масса всех загрязняющих веществ, поступивших со сточными водами с угольных предприятий – 1 915,7 т, из них: 17,8 т взвешенных веществ, нефтепродуктов – 0,06 тонн. р. Томь – масса загрязняющих веществ,

сброшенных предприятиями различных отраслей, составила 10 486,9 т; из них доля угольной отрасли составила 42% (4 364,6 т); на предприятия жилищно-коммунального хозяйства – 56% (5 869,3 т); на прочие предприятия – 2% (253 т). Общее количество взвешенных веществ составило 102,2 т, нефтепродуктов – 0,9 т. Что касается угольных предприятий: несмотря на то, что очистные сооружения угольных предприятий имеют достаточную производственную мощность для очистки сточных вод, фактическая степень очистки сточных вод очень низкая.

2.3 Воздействие на почвенный покров

Добыча угля сопровождается разрушением почвенного покрова и естественных ландшафтов при проведении горнодобывающих работ как открытым, так и подземным способом [17].

Современные масштабы ландшафтных и экологических изменений природной среды в угольных регионах связаны, в первую очередь, с преобладающим развитием открытого способа добычи. Вынос на поверхность громадной массы глубинных горных пород привел к процессам осадки поверхности, изменению рельефа местности, образованию депрессионных воронок, а также нарушает природное равновесие в миграции химических элементов, разрушает сложившиеся природные биоценозы.

Внешние отвалы составляют более 80 % общей площади отвалов, что существенно увеличивает землеемкость угледобычи. Отвалы часто создаются на месте ценных лесных и сельскохозяйственных угодий, иногда из фитотоксичных грунтов, остающихся в течение многих лет лишенными какой-либо растительности.

Разработка месторождений подземным способом требует значительно меньших территорий под земельный отвод и не вызывает таких значительных нарушений природных ландшафтов, как открытые горные работы. Изменения строения недр и земной поверхности в этом случае связаны, главным образом, с деформацией горных пород в надугольной толще. При этом имеют место три типа явлений: деформация отдельных слоев и массива в целом, возникновение

трещин и обвалы. По мере увеличения выработанного пространства эти явления следуют одно за другим и оказывают значительные воздействия на земную поверхность.

При извлечении твердых полезных ископаемых формируется пустотное пространство. Подработанные толщи могут оседать и образовывать провалы на земной поверхности.

При подземной добыче угля основным видом нарушений являются подработанные земли, которые составляют свыше 75 % от всех нарушенных подземными работами земель. Ликвидационными комиссиями в Кузбассе в 2003 г. установлены 138 провалов от вскрывающих выработок, имеющих выход на поверхность.

Нарушенные земли кроме прямого экономического ущерба, связанного с изъятием продуктивных угодий, причиняют окружающей среде экологический ущерб. Отрицательное влияние нарушенных земель проявляется в загрязнении почвы, воды и атмосферы продуктами эрозии и дефляции, иссушении (или иногда подтоплении) территорий, снижении биологической продуктивности прилегающих угодий.

Добыча 1 т каменного угля сопровождается образованием от 3 до 20 т твердых отходов и выбросов в атмосферу от 5 до 25 м³ метана. В Кузбассе при годовой добыче угля 200 млн т - в атмосферу выбрасывается более 3,5 млрд м³ метана и 1,5 млрд т твердых отходов.

Уже много лет в Кемеровской области наблюдается тенденция роста промышленных отходов и отходов потребления, которые размещаются в различного рода накопителях: шламо- и хвостохранилищах, отвалах вскрышных пород, полигонах и свалках твердых бытовых отходов [44]. Огромное количество отходов производства образуется в угольной промышленности (более 800 млн. т) за счет образования вскрышных пород и отходов обогащения угля, а также на предприятиях энергетики — более 1,5 млн. т. По интегрированной оценке область относится к зоне высокого

антропогенного воздействия и нуждается в регулярном контроле состояния окружающей среды.

Вследствие физического и химического выветривания горных пород в окружающую среду попадает большой спектр загрязняющих веществ это, прежде всего, соли тяжелых металлов, бензапирен и фенолы, образующиеся при окислении угля [17]. Перенос их на значительные расстояния превращает локальное загрязнение окружающей среды в региональное. Глобальные масштабы загрязнения окружающей среды приводят к деградации почвенного покрова практически на всей территории Кузнецкой котловины, являющейся благодаря плодородным почвам основной зоной сельскохозяйственного производства Кемеровской области. Снижение продуктивности сельскохозяйственных угодий в промышленных районах Кузбасса оценивается в 15 - 20 %. Загрязнение почвы тяжелыми металлами в некоторых районах превышает предельно допустимый уровень, а выращенная на таких почвах продукция становится токсичной для человека.

После прекращения горнодобывающих работ процессы деградации биосферы не прекращаются, более того, они в первые годы значительно усиливаются. При этом следует учесть, что отрицательное воздействие техногенных земель на окружающую среду проявляется не только сегодня, но неизбежно проявится, возможно, в больших масштабах, в будущем. Это является следствием продолжающихся геодинамических процессов, связанных с обрушением вмещающих пород в брошенные горные выработки, сдвиг земной поверхности и ее проседание с разрушением поверхности земли.

При заполнении выработок водой происходит вытеснение на поверхность рудничных газов, в основном метана. В зонах выделения метана на поверхность почва теряет структуру, уплотняется и приобретает серый цвет, а растительность на ней погибает. Не являясь фитотоксичным, метан в почве замещает кислород, создает анаэробную среду. В результате образуются непригодные для жизнедеятельности растений почвенные условия, подавляются микробиологические процессы и почвенная фауна.

Экологическая ситуация усложняется низкими темпами и неудовлетворительным качеством проведения рекультивации нарушенных земель. Более 30 тыс. га нарушенных земель остались от закрытых и закрывающихся предприятий и вероятность их восстановления в ближайшие десятилетия минимальна.

Масштабы рекультивации сильно варьируются в отдельные годы по отношению к площади нарушенных земель.

К настоящему времени соотношение площадей нарушенных земель и рекультивированных в целом по Кузбассу составляет 5:1. Для исправления сложившейся в горнодобывающей промышленности Кузбасса экологической обстановки этого недостаточно.

Таким образом, почвенный покров Кузбасса с каждым годом испытывают все более и более возрастающее техногенное воздействие со стороны предприятий металлургии, горнодобывающей и химической промышленности. Нарушенные территории являются источником загрязнения и истощения природных вод, запыления атмосферы, значительного ухудшения санитарно-гигиенических и эстетических условий жизни людей. Значительные площади земель отчуждаются из сельскохозяйственного и лесного фонда. Деграция и уничтожение почвенного покрова приводит к необратимым изменениям в экосистемах и значительному разрушению экологического баланса.

3 Обзор ранее проведенных исследований

Почва – это основная депонирующая среда, которая сохраняет в себе долговременное техногенное воздействие. Загрязнение почв имеет устойчиво-прогрессивный характер [24]. Это объясняется способностью почвы с разной силой поглощать и удерживать ионы тяжелых металлов, их повышенное содержание и наличие соединений тяжелых металлов, не характерных для незагрязненных почв, могут свидетельствовать не только о современных процессах загрязнения, но и о таковых процессах, имевших место в прошлом [26].

Изучение элементного состава почв и анализ полученных данных проводился большим количеством ученых. Наибольший вклад в изучение данного вопроса внесли В.И Вернадский, А.П. Виноградов, А.И. Перельман, А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас и др. [4], [5], [35], [24].

Еще в 1940-ых годах ученые начали изучать загрязнение почвы. И.Н. Антипов-Каратев в 1947 г. написал работу о присутствии и поведении меди в почвах [2]. С 1970-ых годов ученые активно начали изучать почву на содержание тяжелых металлов. Наиболее значительные работы были у Б. Л. Звонарева, Н. Н. Наплековой, Гармаш и др. [18], [30], [9]. В связи с тем, что в последнее время техногенная нагрузка на компоненты природной среды возрастает, было написано довольно много работ о содержании тяжелых металлов в почве.

Так, были проанализированы исследования по экологической ситуации в городе Междуреченске ряда авторов. В 1991 году на территории г. Междуреченск была проведена литогеохимическая съемка [45, 62]. Всего было отобрано 199 проб. Оценка суммарного показателя загрязнения показала, что существует ореол загрязнения в центральной части Восточного района (район автовокзала), в промышленной зоне (ремонтно-механический завод и цех литейного производства). Зафиксированный ореол загрязнения в Сыркашах, по-видимому, отражает геологическую особенность данного района, обусловленную наличием Сыркашинского силла. По величине суммарного

показателя загрязнения (16–32) г. Междуреченск относится к числу территорий, имеющих слабое и среднее загрязнение с умеренно опасным уровнем заболевания. В целом, повышенные концентрации характерны для элементов, входящих в органической и неорганической формах в состав угля, добыча, обогащение и сгорание которого происходят на ряде предприятий, окружающих город.

Также была проведена снегогеохимическая съемка, по результатам исследований величина пылевой нагрузки изменялась от $72 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{сут.}$ до $1545 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{сут.}$, со средним значением в $363 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{сут.}$ [45, 46]. При этом было выделено два ореола с высокой пылевой нагрузкой – на территории промышленной зоны, а также центра города, которые объяснялись влиянием регионального и локального факторов. Суммарный показатель загрязнения снега г. Междуреченск является удовлетворительным, т. к он не превышает 64 единиц, что характеризует низкий уровень загрязнения по тяжелым металлам

Изучено содержание тяжелых металлов в городских почвах Южного Кузбасса [33, 63, 64]. Выявлены риски токсического воздействия элементов, обнаруженных в почвах по результатам геохимических исследований (200 проб). Рассчитан коэффициент опасности при передаче элементов-токсикантов пероральным и ингаляционным путем. Проведен анализ неопределенности в оценке среднесуточных доз. Полученные параметры риска попадают в разряд допустимого или приемлемого. Основной вклад в суммарный коэффициент опасности вносят марганец, кобальт, медь, мышьяк. Эти элементы отражают специфику почв в зоне воздействия угледобывающей промышленности, городских котельных, - повсеместно, и деятельность ремонтно-механического и литейного предприятий - локально. Не обнаружено ярко выраженной дифференциации районов города по значению коэффициента опасности.

Были проведены исследования по изучению химических элементов в почве [27, 64]. По сравнению с данными 1991 года, концентрация Ba, Zn, Co практически не изменилась, концентрация Cr увеличилась в 1,6 раз, концентрация As увеличилась в 2 раза.

По данным исследования снегового покрова на территории г. Междуреченск величина пылевой нагрузки изменяется от 4 до 35 фонов [32]. Среднее значение составляет 122 мг/м^2 в сутки, что превышает фон в 17 раз. В целом, величина пылевой нагрузки изменяется от низкой до средней степени загрязнения, от неопасной до умеренно опасной экологической ситуации. Ореол с повышенными значениями пылевой нагрузки был выявлен в районе расположения угольных котельных с открытыми угольными складами, в местах погрузочно-разгрузочных угольных работ и на окраинах города, где пылевая нагрузка, вероятно, формируется за счет ветрового переноса пыли от рядом расположенных угольных разрезов. Выявлено снижение в 2,5 раза величины пылевой нагрузки с 1995 г. по 2015 гг., что, вероятно, связано с изменениями в промышленной инфраструктуре города и соседних с ним объектов угледобычи.

В результате изучения распределение ртути в листьях тополя на трассе между двумя городами – Новокузнецком и Междуреченском, были выявлены участки с наибольшим содержанием ртути в листьях тополя, которые соответствуют наиболее урбанизированным территориям, испытывающих наибольшее техногенное воздействие [42]. Это, вероятно, может отражать влияние промзоны города Новокузнецка, влияние угольных разрезов вблизи города Междуреченск. По полученному среднему содержанию ($0,026 \text{ мг/кг}$) было выявлено, что наблюдается превышение ПДК ртути в сухой массе растительного сырья ($0,02 \text{ мг/кг}$) в 1,3 раза.

Влияние угольных предприятий на загрязнение снегового покрова города показало, что величина пылевой нагрузки на территорию города превышает фон от 4 до 35 раз [31]. Выявлено, что максимальное превышение характерно для центральной и восточной части города, на территории которых расположена большая часть котельных с открытыми угольными складами. По данным изучения вещественного состава проб было выявлено, что пробы, которые были отобраны вблизи котельных, в основном содержат такие неминеральные частицы как угольная пыль и недоженный уголь. Также автор

связывает проблему заболевания органов дыхания с загрязнением атмосферы в результате работы угледобывающих и топливно-энергетических предприятий.

Была проведена оценка состояния атмосферного воздуха на примере города Междуреченск методом лишеноиндикации [22]. Результаты изучения лишенофлоры города показали, что с увеличением расстояния от основных источников загрязнения (объектов промышленности и транспорта), разнообразие видов эпифитных лишайников увеличивается, а именно: покрытие стволов деревьев лишайниками возрастает, наблюдается более высокий процент встречаемости лишайников на стволах деревьев. Было установлено, что в настоящее время состояние воздуха в городе Междуреченске является умеренно загрязненным, содержание диоксида серы находится в пределах нормы.

Ялалтдиновой А. Р. было определено содержание Hg в слоевищах эпифитного лишайника вида *Physciapulverulenta* [23]. Содержания Hg на территории города Междуреченск варьировалось в пределах от 99 до 271 нг/г. Среднее содержание Hg на исследуемых площадках менялось в зависимости от района исследования, самые низкие значения были зафиксированы на территории Дамбы, удаленной от основных возможных источников загрязнения. Наибольшая концентрация Hg была зафиксирована на территории поселка Усинский. Сделан вывод о неравномерности распределения Hg, концентрирующейся в слоевищах лишайника.

Исследовались особенности накопления химических элементов в листьях тополя черного (*Populus nigra*) на территории города Междуреченск [21]. В ходе работы был составлен геохимический ряд распределения элементов (суммарный показатель накопления равен 465): Th₈₈ - Co₅₁ - Ta₅₁ - Zn₃₇ - Sm₂₇ - Sc₂₇ - La₁₇ - Sr₁₅ - Ce₁₃ - Fe₁₃ - Au₁₂ - Nd₁₁ - Ca₁₁ - U₁₁ - As₁₁ - Yb₁₀ - Eu₁₀ - Ba₁₀ - Lu₉ - Tb₆ - Br₅ - Hf₅ - Sb₄ - Na₄ - Cs₂ - Cr₂ - Ag₁ - Rb₁. Ряд показывает предположение о сложной, главным образом техногенной специфике элементного состава тополя черного на данной территории. В сравнении с условным растением, в золе тополя черного наблюдается повышенное содержание таких химических

элементов как: Cr, Co, Ca, Sc, La, Nd, Zn, As, Br, Ag, Sb, Cs, Sr, Rb, Ba, Sm, Lu, Yb, Hf, Ta, Au, Th, U, Fe. Максимальные средние значения элементов по степени накопления, которые превышают показатель в 1000 мг/кг, соответствуют для Ca, Fe, Zn, на втором месте стоят такие элементы, как Na, Sr, Ba. В другую группу с концентрациями в интервале 10-100 мг/кг входят Co, Br, Rb. Более низкие содержания наблюдается для следующих элементов: Sc, Cr, As, Ag, Ta, Cs, La, Ce, Hf, Au, Nd, Tb, Yb, Sm, Eu, Lu, Th, U, Sb. Также была установлена характерная группа сидерофильных элементов, предположительно, связанная со сжиганием. Отчетливо прослеживаются группы ассоциаций элементов, которые относятся к пылеаэрозольным промышленным выбросам (Hf, Sr, Co, Ba, Ca). По спектру химических элементов выделен главный источник воздействия - предприятия угольной промышленности.

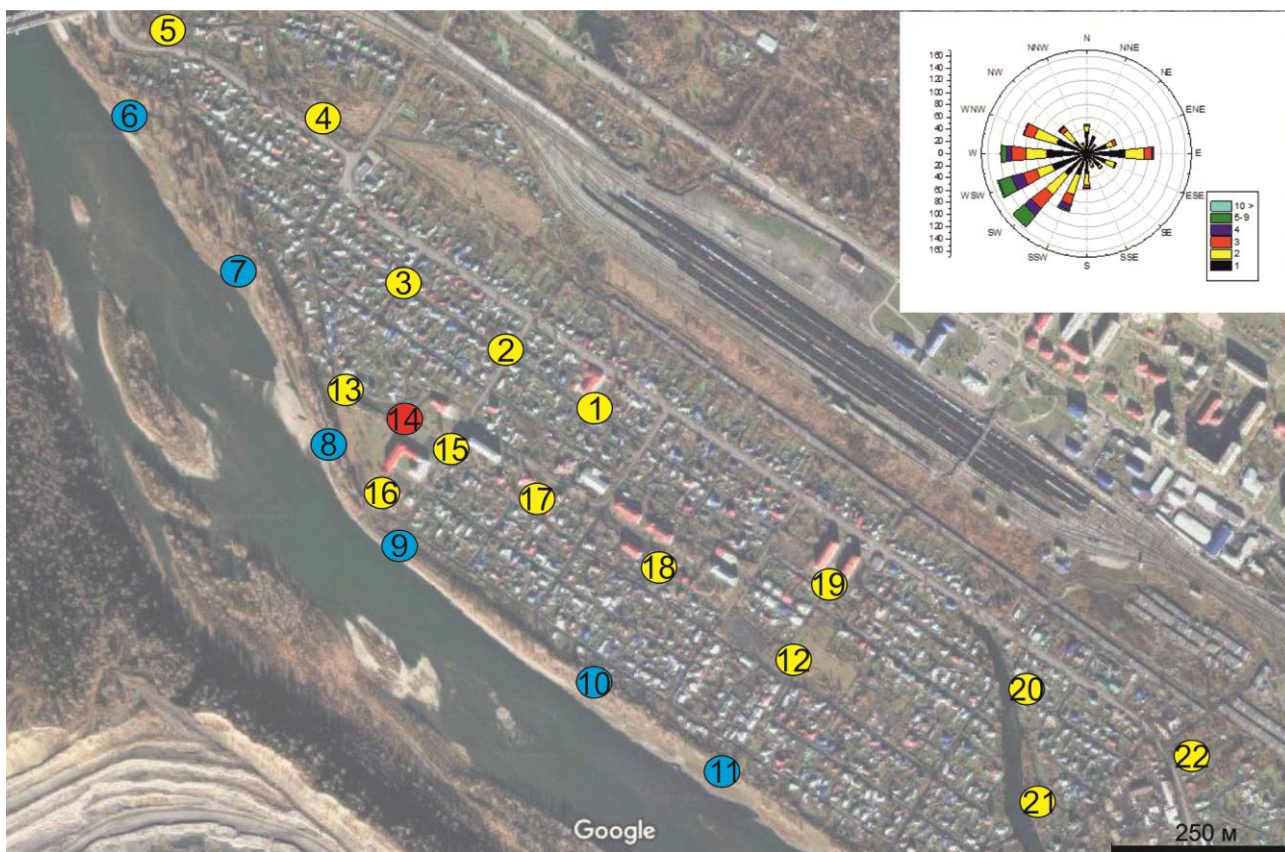
4 Методика исследования

4.1 Отбор проб и пробоподготовка

Почва является долговременной (многолетней) депонирующей средой. Продукты техногенеза накапливаются в верхних горизонтах почв, изменяя их химический состав, и включаются в природные и техногенные циклы миграции. В почве накапливаются вещества, не подверженные процессам полного разрушения, которые особо опасны для живых организмов в виде пылевой составляющей. Почва - индикатор многолетних природных процессов, и её состояние - это результат длительного воздействия разнообразных источников загрязнения [1].

Требования по отбору проб почв регламентируются следующими нормативными документами – [73], [72], [71], а также методическими рекомендациями [28].

Точечные пробы отбирали на пробной площадке из одного слоя методом конверта, по диагонали, с таким расчетом, чтобы каждая проба представляла собой часть почвы, типичной для генетических горизонтов или слоев данного типа почвы. Точечные пробы отбирали шпателем, не содержащим металл, из прикопок. Объединенную пробу составляли путем смешивания точечных проб, отобранных на одной пробной площадке. Все образцы из одной точки наблюдения упаковывались вместе в мешочки, на которых указываются номер точки наблюдения; образцы сильно увлажненные, а также засоленные упаковывались в пергаментную бумагу или в полиэтиленовую пленку. Масса объединенной пробы составляла не менее 2,5 кг [74]. Общее количество проб – 29 (Рисунки 5, 6). Пробы почв отбирались в начале октября.



Условные обозначения:

- ① - точка отбора проб почв на территории города и её номер
- ⑥ - точка отбора проб почв вдоль реки Томь и её номер
- ⑭ - котельная №4

Рисунок 5 – Карта отбора проб почв на территории г. Междуреченск

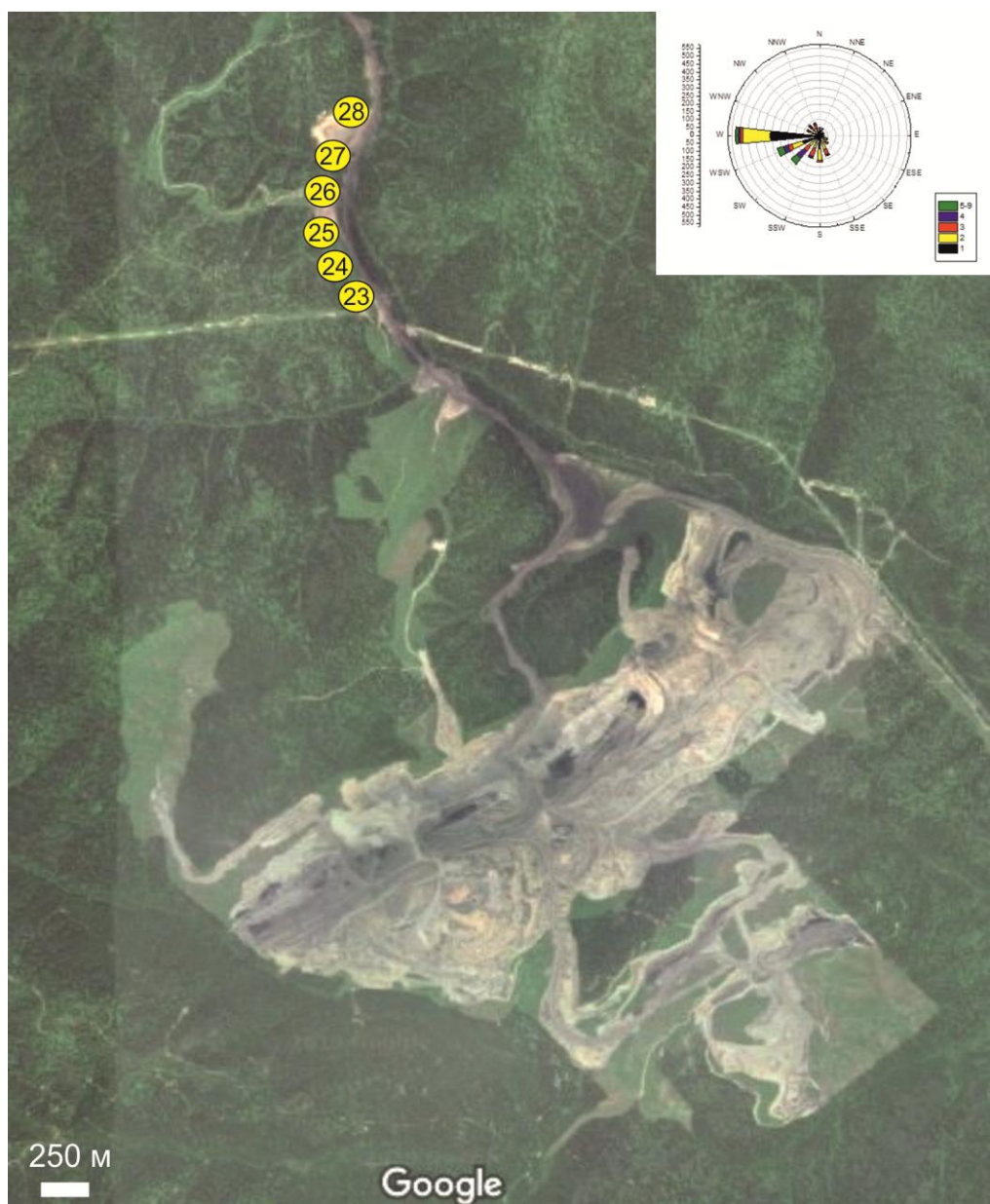


Рисунок 6 – Карта отбора проб почв вблизи разреза Кийзасский

Подготовка проб почвы к анализам не менее важная операция, чем сам отбор проб. Она складывается из нескольких последовательно протекающих этапов: предварительное подсушивание почвы, удаление любых включений, растирание почвы и просеивание через сито с диаметром отверстий 1 мм (рисунок 7).

Пробоподготовка проб для инструментального нейтронно-активационного анализа проходила в несколько этапов: из упаковки, состоящей из алюминиевой фольги (размер 3,5 x 3,5 см), предварительно обработанной спиртом, формировали пинцетом пакетик, далее на электронных весах

определяли вес фольги (мг), на пакетике проставляли шифр пробы, пробу насыпали в пакетик, затем на электронных весах определяли вес пробы (100 мг).

Подготовка проб для сканирующей электронной микроскопии включала отмучивание, а также магнитную и электромагнитную сепарацию. Отмучивание производят до полного осветления почвенной вытяжки. Для выделения минералов группы железа в пробе, проведена магнитная сепарация: минералы способны намагничиваться в магнитном поле – это объясняется их ферромагнитными свойствами. Извлечение минералов, обладающих этими свойствами, позволило разделить пробу на две фракции – магнитную и немагнитную. Извлекаются они из пробы с помощью обычного постоянного магнита. Наиболее удобным и совершенным магнитом является многополюсный магнит системы А.Я. Сочнева. Процесс магнитной сепарации происходил следующим образом: пробу почвы равномерно распределили на поверхности кальки. Многополюсный магнит системы А.Я. Сочнева был тоже обернут калькой. Далее над равномерным слоем пыли проводили магнитом на расстоянии 5 мм. Минералы, обладающие сильными магнитными свойствами, осели на поверхности магнита, что позволило нам выделить их из общей массы и провести дальнейшие их исследование.

Для проведения рентгеноструктурного анализа проба почвы измельчается до пудры в агатовой ступке, которая протирается спиртом до и после истирания. Получившимся порошком без дополнительной обработки заполняется кювета из кварцевого стекла и разравнивался до плоской поверхности. Подготовленная проба устанавливается в соответствующую приставку. Всего было исследовано 5 проб почв. Расшифровка дифрактограммы проводилась в программе EVA в соответствии с инструкцией по работе.

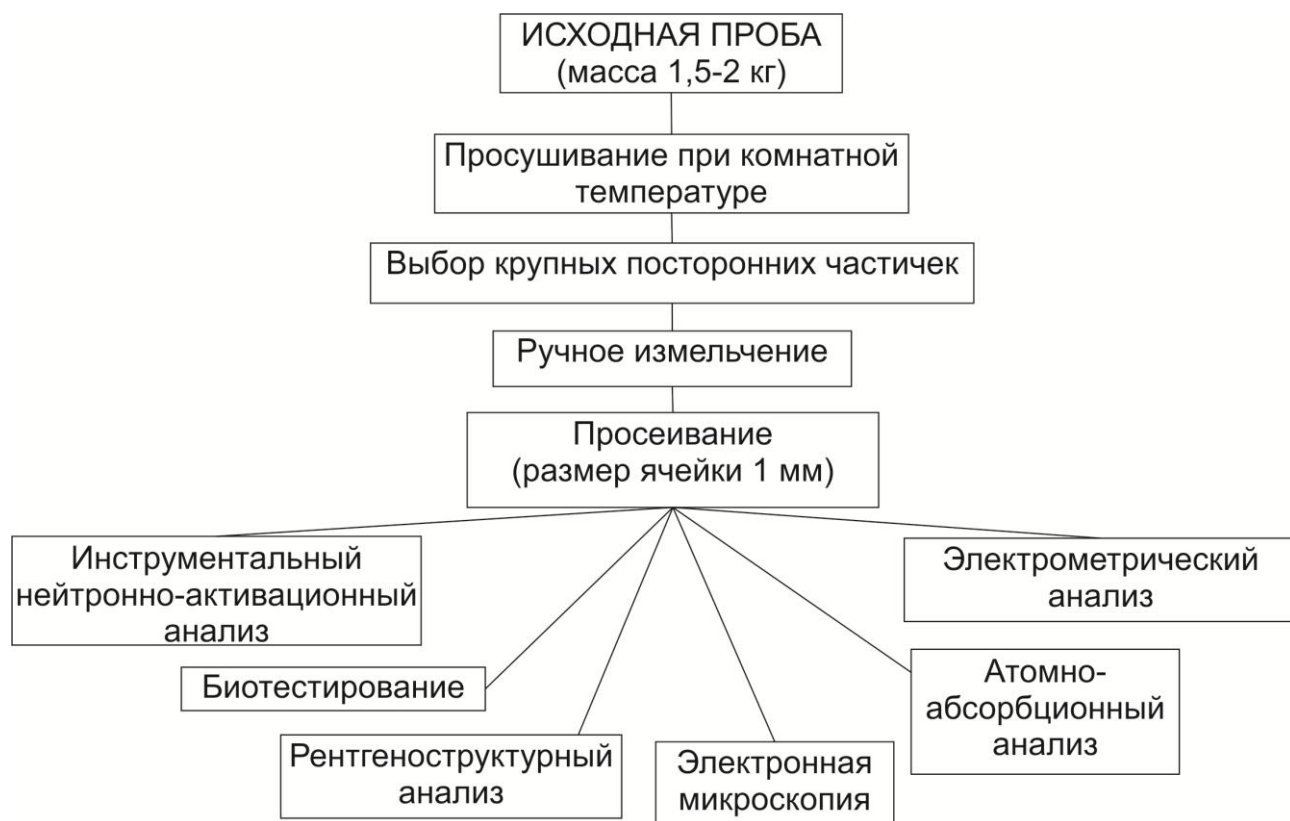


Рисунок 7 – Схема отбора и пробоподготовки проб почв [49] с дополнениями автора

4.2 Аналитические исследования

4.2.1 Определение физико-химических характеристик почвы

В измерение физико-химических характеристик почвы входит определение таких показателей, как pH, электрической проводимости, а также магнитной восприимчивости. Кислотность (pH) и электропроводность почвенных вытяжек являются важными физико-химическими свойствами почв.

Измерение pH и электрической проводимости водной вытяжки из почвы проводили в соответствии с [75] с помощью кондуктометра (рисунок 8).

Пробы почвы массой 5 г, взвешенные с погрешностью не более 0,1 г, помещали в емкость. К пробам приливали 30 см³ дистиллированной воды. Почву с водой перемешивал в течение 3 минут на взбалтываете Orbital Shaker «OS-20», а затем оставляли на 5 минут для отстаивания.

Часть почвенной суспензии сливали в химический стакан и проводили измерение pH и электрической проводимости. Градуировку кондуктометра для

измерения pH-метра проводили по трем буферным растворам с pH 4,01; 6,80, 9,18, для измерения электрической проводимости по буферному раствору 7,01. pH является безмерной величиной. Величиной измерения электрической проводимости является мкСм/см.



Рисунок 8 – pH-метр/кондуктометр/ термометр карманный водонепроницаемый HI 98130 COMBO

Магнитная восприимчивость почв определяется наличием в ней магнетита, как минерала, и соединений железа с металлами по электронной конфигурации, относящихся к группе железа [15]. Измерение проводилось в учебной лаборатории отделения геологии ИШПР Томского политехнического университета с использованием Карраматер Model: КТ-5 (рисунок 9), в соответствии с инструкцией, методическими рекомендациями, согласно запатентованной методике (Патент № 2133487, авторы Е.Г. Язиков, О.А. Миков;) [38].



Рисунок 9 – Kappameter Model: KT-5

Просеянная проба почвы насыпалась в пластиковый стакан, помещалась на датчик прибора в фиксированном положении, и проводилось измерение в трехкратных повторениях для каждой пробы. Объем пробы и степень уплотнения материала во всех случаях были одинаковыми. Результаты измерений выдавались в системе единиц СИ [38].

4.2.2 Определение элементного состава почвы

Инструментальный нейтронно-активационный анализ является одним из основных методов определения элементного состава вещества в образцах массой от нескольких мг до мкг. Был реализован в ядерно-геохимической лаборатории на базе исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета (аналитики А.Ф. Судыко, Л.В. Богутская).

Пробы для анализа облучались тепловыми нейтронами на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т Томского политехнического университета, а измерения производились на гамма-спектрометре с германий-литиевым детектором в ядерно-геохимической лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра (МИНОЦ) «Урановая геология».

Метод нейтронно-активационного анализа позволяет определять в пробах концентрации 28 элементов: As, Cr, Ba, Sr, Co, Zn, Sb, редких (Hf, Sc,

Cs, Rb, Ta), редкоземельных (Eu, Sm, Lu, Yb, La, Ce, Tb, Nd), радиоактивных (U, Th) элементов, макрокомпонентов (Ca, Na, Fe), благородных металлов (Au, Ag) и Br. Предел обнаружения элементов в зависимости от их активационных свойств и состава матрицы анализируемой пробы в основном колеблется от $n \cdot 10^{-1}$ до $n \cdot 10^{-6}$ % [20]. Пределы обнаружения элементов приведены в таблице 6. В качестве контроля применялись стандартные образцы сопоставления как отечественные, так и зарубежные [48].

Таблица 6 – Пределы обнаружения содержаний элементов в различных объектах (горная порода, почва, растительность и др.) методом инструментального нейтронно-активационного анализа [48]

Элемент	Предел обнаружения, мг/кг	Элемент	Предел обнаружения, мг/кг
Na	20	Ta	0,05
Ca	300	Sc	0,02
Fe	100	Tb	0,05
As	1	Sm	0,01
Co	0,1	Eu	0,01
Cr	0,2	La	0,03
Sb	0,2	Ce	0,05
Ba	8	Yb	0,1
Br	0,3	Lu	0,01
Rb	0,6	U	0,1
Cs	0,3	Th	0,2
Sr	7	Au	0,01
Hf	0,01	Ag	0,5

Данный метод обладает рядом преимуществ: отсутствует химическая подготовка пробы, что исключает погрешности за счёт привноса или удаления элементов вместе с реактивами; исследование материала проводится без его разрушения; массовый анализ большого количества проб (горные породы, почвы, техногенные объекты и растительные материалы и др.); чувствительность нейтронно-активационного метода определения большинства элементов на порядок ниже их кларков в любых горных породах [39].

4.2.3 Атомно-абсорбционный анализ

Измерения концентрации Hg в почвах проводили атомно-абсорбционным анализом на приборе Анализатор ртути «РА-915М» с пиролизической приставкой «ПИРО-915+» (рисунок 10). Преимуществами данного анализа являются: прямое, без предварительной пробоподготовки, определение ртути в пробе; широкий диапазон измерений – 4 порядка; время одного анализа не превышает 2-х минут; малое влияние состава пробы на результаты анализа [78]. Проба бралась весом от 50 до 70 мг. Перед началом работы на анализаторе выполнялся контроль стабильности градуированного коэффициента. Измерение для каждой пробы проводилось 3 раза, в качестве результирующего значения бралось среднеарифметическое. Исследования проводились в лаборатории микроэлементного анализа международного инновационного научного образовательного центра «Урановая геология» на базе отделения геологии Томского политехнического университета. Протокол испытаний на содержание ртути №14-20 Р представлен в Приложениях А, В.



Рисунок 10 – Анализатор ртути РА-915М с пиролизической приставкой ПИРО-915+

4.2.4 Метод биотестирования

Токсичность проб определялась в соответствии с [77] по методу биотестирования. Метод основан на регистрации различий в величине оптической плотности тест-культуры водоросли хлорелла, выращенной на

среде, не содержащей токсичных веществ (контроль) и тестируемых проб водных вытяжек из почвы, в которых эти вещества могут присутствовать.

Критерием токсичности воды является снижение на 20% и более (подавление роста) или увеличение на 30% и более (стимуляция роста) величины оптической плотности культуры водоросли, выращиваемой в течение 22 часов на тестируемой воде по сравнению с ее ростом на контрольной среде, приготовленной на дистиллированной воде. В экспериментах по определению острого токсического действия устанавливают токсичную концентрацию отдельных веществ или токсичную кратность разбавления вод и водных вытяжек, содержащих смеси веществ, вызывающие снижение на 20 % и более или увеличение на 30 % и более величины оптической плотности тест-культуры водоросли по сравнению с контролем за 22 часа световой экспозиции.

4.2.5 Электронная микроскопия

Методом электронной микроскопии определяют содержание природных минеральных, биогенных частиц и техногенных частиц в наиболее содержательных пробах. К природным минеральным частицам относятся частицы кварца, карбонатов, окислов и гидроокислов железа, чешуйки слюды, полевых шпатов. Частицы биогенного происхождения представляют собой древесно – растительные остатки, частицы семян и насекомых. К частицам техногенного происхождения относятся частицы от отходов металлообработки, ферромагнетит, муллит, частицы золы, кирпичная крошка, синтетические волокна, частицы сажи, шлака [41]. Измерения проходят на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400N с энергодисперсионной приставкой Bruker XFlash 4010 (рисунок 11).



Рисунок 11 – Электронный микроскоп Hitachi S-3400N с энергодисперсионной приставкой Bruker XFlash 5010

К преимуществам сканирующей электронной микроскопии можно отнести высокую разрешающую способность и глубину резкости; относительную легкость в интерпретации полученных изображений благодаря их трёхмерному представлению; возможность подключения дополнительных приборов для анализа в микродиапазоне при достаточной простоте в адаптации и управлении этими приборами [53]. Анализ выполнен в лаборатории электронно-микроскопической диагностики МИНОЦ «Урановая геология» отделения геологии Томского политехнического университета, аналитик – С.С. Ильенок.

4.2.6 Рентгеноструктурный анализ

Рентгенофазовый анализ структуры вещества с помощью рентгеновских лучей проводился в отделении геологии с помощью дифрактометра D2 Phaser компании Bruker (рисунок 12). Принцип действия дифрактометра основан на дифракции рентгеновских лучей от атомных плоскостей кристаллической решетки исследуемого вещества. Дифракция рентгеновских лучей соответствует закону Вульфа-Бреггов. Дифрактометр состоит из источника рентгеновского излучения с анодами, гониометра, блоков детектирования и системы управления, сбора и обработки данных. Дифрактометр построен по

оптической схеме Брегга-Бретанно, в которой плоский образец пробы находится в центре гониометра. Дифрактометр выполнен в виде единого модуля, внутри которого расположены все составляющие элементы, включая управляющий компьютер и замкнутый цикл охлаждения рентгеновской трубки. Регистрация дифракционной картины осуществляется при синхронном повороте блока детектирования и рентгеновской трубки вокруг общей оси гониометра с требуемыми угловыми скоростями [14].



Рисунок 12 – Дифрактометр D2 Phaser компании Bruker.

4.3 Методика обработки результатов

Обработка полученных данных включает в себя статистический и эколого-геохимический анализ.

Для оценки числовых характеристики содержания химических элементов таких как, среднее арифметическое, среднее геометрическое, медиана, мода, максимум, минимум, стандартное отклонение, стандартная ошибка, коэффициент вариации, асимметрия, стандартная ошибка асимметрии, эксцесс, стандартная ошибка эксцесса, было использовано программное обеспечение Statistica 10.0. Статистическая обработка данных также включала в себя построение гистограмм распределения, графика собственных значений, круговой диаграммы факторных нагрузок.

Рассчитан такой геохимический показатель, как кларк концентрации (К):

$$K = \frac{C}{Kn}, \quad (1)$$

где С – среднее содержание химического элемента в почве, мг/кг;

Кп – кларк химического элемента в почвах континентов (по данным [52]), мг/кг.

$$K = \frac{C}{Kn}, \quad (2)$$

где С – среднее содержание химического элемента в почве, мг/кг;

Кн – кларк химических элементов относительно ноосферы (по данным [11]), мг/кг.

$$K = \frac{C}{K_{зк}}, \quad (3)$$

где С – среднее содержание химического элемента в почве, мг/кг;

Кзк – кларк химического элемента в земной коре (по данным [13]), мг/кг.

По данным расчетов кларков концентрации химических элементов были построены геохимические ряды ассоциаций, а также произведен расчет суммарного показателя загрязнения ($Z_{СПЗ}$) для санитарно-гигиенической оценки почв г. Междуреченск.

$$Z_{СПЗ} = \sum K - (n-1), \quad (4)$$

где К – кларк химических элементов;

п - число химических элементов, учитываемых в расчетах при выполнении условия $K > 1$.

Для величины суммарного показателя загрязнения используется градация [28]:

- менее 16 – низкая степень загрязнения;
- 16-32 – средняя степень загрязнения;
- 32-128 – высокая степень загрязнения;
- более 128 – очень высокая степень загрязнения.

Также была проведена оценка эколого-гигиенических параметров почв. Был посчитан коэффициент концентрации относительно предельно допустимых концентраций (ПДК), которые указаны в [68].

$$K_{ПДК} = \frac{C}{C_{ПДК}}, \quad (5)$$

где C – среднее содержание химического элемента в почве, мг/кг;

$C_{ПДК}$ – величина предельно допустимой концентрации, мг/кг.

Также был рассчитан коэффициент биологического поглощения ($K_{БП}$).

$$K_{БП} = \frac{C_3}{C_П}, \quad (6)$$

где C_3 – концентрация элемента в золе растений [51], [21], мг/кг;

$C_П$ – концентрация элемента в почве, на которой произрастает данное растение, мг/кг.

В ходе работы по первоначальным и полученным данным были построены карты. Карты построены с помощью программных обеспечений CorelDrawX7 (64-bit), Surfer 11, а также Google Карты.

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Неотъемлемой частью научно-исследовательской работы является ее технико-экономическое обоснование, цель которого – анализ трудовых и денежных ресурсов, которые необходимы для реализации работы.

Выполнение работы включает в себя несколько этапов, которые проводятся друг за другом:

1. Эколого - геохимические работы литогеохимическим методом на отдельных площадках при геоэкологических исследованиях территорий;
2. Пешие проходимые маршруты;
3. Сушка проб (образцов);
4. Просеивание;
5. Определение ртути беспламенным атомно-абсорбционным методом;
6. Определение минерального состава с использованием бинокулярного микроскопа;
7. Электронно-микроскопическое исследование;
8. Определение кислотности почв;
9. Магнитная сепарация;
10. Рентгеноструктурный анализ;
11. Токсикологический анализ;
12. Инструментальный нейтронно-активационный анализ;
13. Выполнение стандартного комплекса операций камеральной обработки материалов (без использования ЭВМ);
14. Камеральная обработка материалов (с использованием ЭВМ).

Работа проводилась на территории г. Междуреченск для эколого-геохимической оценки состояния почвенного покрова в зоне влияния угледобывающих предприятий. На территории Притомского района г. Междуреченск было организовано 28 площадок по отбору проб. Длина стороны каждой площадки 1 метр. Примерная площадь каждой площадки 1 м².

Расстояние между площадками в среднем 250 м. Перемещение осуществлялось пешком.

6.1 Планирование работ

Организационный период. На этом этапе ставится задача на проведение геоэкологических исследований. Подготавливается оборудование, снаряжение и приборы. Производится расчет времени работы по отбору проб.

Полевой период. Во время этого периода производится отбор проб почвы для дальнейших геохимических исследований. Опробование проводится на отдельных площадках, которые находятся на расстоянии в среднем 250 м. Каждая площадка включает в себя от 3 до 5 отдельных точек отбора проб, каждая проба весом до 250 гр. Отбор проб проводился в течение 2 суток.

Камеральные работы. Данный этап включает в себя пробоподготовку почв ко всем последующим анализам, а также интерпретацию и обработку полученных результатов. Выполнение работ происходит с помощью специалистов.

Для планирования бюджета необходим финансовый план.

Финансирование геоэкологических работ осуществляется поквартально, это удобно и инвестору, и исполнителям, так как первые могут следить за промежуточными результатами, а вторые могут создать необходимые запасы и планировать выполнение работ и доходы. Итоги финансового плана включаются в договор с инвестором, который имеет юридическую силу.

Финансовый план включает в себя расчет основных расходов физических единиц работ, общую сметную стоимость геоэкологических работ (форма СМ-1), расчет стоимости с учетом амортизационных отчислений, основных фондов.

Виды работ, которые необходимо провести для геоэкологических исследований, указаны в геоэкологическом задании. На основании технического плана рассчитываются затраты времени и труда.

1) Литогеохимическое опробование. Отбор проводился 6-7 октября 2018 г. на территории г. Междуреченск Кемеровской области. В ходе

литогеохимического опробования проводился выбор места отбора проб почвы, привязка пунктов наблюдения, занесение сведений в полевой журнал, маркировка пакетов проб, этикетирования и упаковка. Пробы отбирались из слоя от 0 до 10 см, который предварительно очищался от дернового горизонта. Всего отобрано 28 смешанных проб.

2) Лабораторные работы Пробы подготавливались для дальнейшего изучения. Проходило просушивание при комнатной температуре и просеивание.

Также пробы подготавливались для определения ртути в почвах, которые проводились в отделении геологии Томского политехнического университета в МИНОЦ «Урановая геология» ртутным анализатором РА-915+ с пиролитической приставкой ПИРО-915.

Измерение магнитной восприимчивости и измерение pH, электропроводности почв проводились в лабораторных помещениях отделения геологии Томского политехнического университета с использованием Каррameter Model: КТ-5 и pH-метром/кондуктометром/ термометром карманным водонепроницаемым HI 98130 COMBO соответственно.

Подготовка проб для инструментального нейтронно-активационного анализа заключалась в помещении 100 мг пробы в конверты 10*10 мм из алюминиевой фольги. Анализ выполнялся в ядерно-геохимической лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра (МИНОЦ) «Урановая геология» на базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т Томского политехнического университета.

3) Камеральные работы Камеральная работа включала в себя сбор информации, а также ее систематизацию, изучение анализов проб, расчет геохимических показателей и оформление данных.

Календарный график выполнения работ - это проектно-технологический документ, который определяет последовательность, интенсивность и продолжительность производства работ, их согласованность, а также потребность (с распределением по времени) в материально-технических,

трудовых и финансовых ресурсах, используемых в данном проекте (таблица 20).

График позволяет правильно составить финансирование проекта, которое происходит поквартально, для того чтобы следить за промежуточными результатами.

Виды и объемы работ

Для определения денежных затрат необходимо определить прежде всего время на выполнение отдельных видов работ по проекту, спланировать их параллельное либо последовательное выполнение и определить продолжительность выполнения всего комплекса работ по проекту [8]. Виды и объемы проектируемых работ представлены в таблице 19.

Таблица 19 — Виды и объемы проектируемых работ

Виды работ	Объем работ		Условия производства работ	Вид оборудования
	Ед. изм.	Кол-во		
Эколого-геохимические работы литогеохимическим методом на отдельных площадках при геоэкологических исследованиях территории	Проба	28	Привязка пунктов наблюдения. Пробы отбираются при помощи лопатки и грабель.	Лопатка Грабли Пакеты на застежки Журнал для регистрации проб Этикетки Ручка шариковая
Пешие проходимые маршруты	км	10	Упаковывание в пакет. Регистрация проб на бланках и в журнале учета	
Сушка проб (образцов)	Проба	28	Сушка проб до сухого рассыпного состояния при комнатной температуре.	
Просеивание	Проба	28		Сито размером 2 мм 1 мм, 0,5 мм, 0,25 мм; 0,125 мм, 0,1 мм, 0,04 мм
Определение ртути беспламенным атомно-абсорбционным методом	Проба	28	Определение Hg	Ртутный анализатор РА 915+ с пиролитической

				приставкой ПИРО 915
Описание минерального состава с использованием бинокулярного микроскопа	Навеска	5	Определение минерального состава	оптический электронный микроскоп Leica EZ4D
Электронно-микроскопическое исследование	Навеска	5	Микроскопическое изучение проб	Сканирующий электронный микроскоп Hitachi S-3400N с приставкой для микроанализа
Определение кислотности почв	навеска	28		pH-метр/кондуктометр/термометр карманный водонепроницаемый HI 98130 COMBO
Магнитная сепарация	Проба	28		Карраmeter Model: KT-5.
Рентгеноструктурный анализ	навеска	5		Дифрактометр D2 Phaser
Инструментальный нейтронно-активационный анализ		28		Исследовательский ядерный реактор «ИРТ-Т»
Выполнение стандартного комплекса операций камеральной обработки материалов (без использования ЭВМ)	проба	28		Журнал для регистрации проб Ручка Персональный компьютер Бумага копировальная
Камеральная обработка материалов (с использованием ЭВМ)	проба	28	Статистический анализ, анализ распределения элементов, построение графиков распределения элементов, расчет геохимических показателей, оформление полученных данных в виде таблиц, графиков и диаграмм.	

Расчет затрат времени труда по видам работ

Для расчета затрат времени и труда были использованы нормы, изложенные в ССН-93 выпуск 2 «Геолого-экологические работы» [82]. Они представляют собой два параметра: норма времени, выраженная на единицу продукции и коэффициент к норме.

Расчет затрат времени выполняется по формуле:

$$N=Q*N_{BP}*K, \quad (7)$$

где N - затраты времени, (бригада.смена на м.(ф.н.));

Q - объем работ, (м. (ф.н.));

NBP - норма времени из справочника сметных норм (бригада/смена);

K - коэффициент за ненормализованные условия.

Работы были выполнены одним экологом и одним рабочим 1 категории под руководством эколога.

Используя технический план, в котором указаны все виды и объемы работ, определялись затраты времени на выполнение каждого вида работ в сменах (таблица 20). Календарный план график проведения научно-исследовательской работы представлен в таблице 21.


Таблица 20 – Расчет затрат и времени труда

Виды работ	Объем работ		Норма длительности	Коэффициент	Нормативный документ ССН,	Итого
	Ед. изм.	Кол-во				
Эколого-геохимические работы лито геохимическим методом на отдельных площадках при геоэкологических исследованиях территории	Проба	28	0,0488	1	Вып.2, табл. 27, стр. 3, ст. 4	1,3664
Пешие проходимые маршруты	км	10	1,37		Вып.2, табл.37	1,37
Сушка проб или материала исследования	Проба	28	0,17		Вып.7, норма 1006 [83]	4,76

Просеивание	Проба	28	0,350		Вып.7, норма 2541 [83]	9,8
Определение ртути беспламенным атомно- абсорбционны м методом	Проба	28	0,26		Вып.7, норма 256 [83]	7,28
Описание минерального состава с использование бинокулярного микроскопа	Навеска	5	0,21		Вып.7, норма 724 [83]	1,05
Электронно- микроскопичес кое исследование	Образцо в	5	1,7		Вып. 7, табл.13 [83]	8,5
Определение кислотности почв	навеска	28	0,26		Вып.7, норма 306 [83]	7,28
Магнитная сепарация	Проба	28	0,21		Вып.7, табл.8.3. [83]	5,88
Рентгенострукт урный анализ	навеска	5	0,65		Вып 7, таб.6 [83]	3,25
Инструменталь ный нейтронно- активационный анализ	навеска	28	7,32		Вып.7, табл 5.1 [83]	7,32
Выполнение стандартного комплекса операций камеральной обработки материалов (без использования ЭВМ)	проба	28	0,0136		табл. 59 ССН, вып. 2 [82] 3 стр., 3 ст.	0,38
Камеральная обработка материалов (с использ. ЭВМ)	проба	28	0,0337	-	табл. 61 ССН, вып. 2 [82] 3 стр 3 ст	0,94
Итого		59,176 чел/с мена				

Таблица 21 – Календарный план график проведения научно-исследовательской работы по теме: «Эколого-геохимическая оценка состояния почвенного покрова в зоне влияния угледобывающих предприятий на примере г. Междуреченск (Кемеровская область)»

Наименование этапа	Т, дней	2018				2019								2020										
		Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь			
Составление технического задания																								
Изучение литературы																								
Экспериментальная часть																								
Обработка результатов																								

 – магистрант (Кудрявцева М. Г.)

 – руководитель (Осипова Н. А.)

6.2 Расчет затрат труда

Рабочий время составило 59,176 смен, расчет затрат времени на каждого работника представлен в таблице 22.

В состав рабочей группы входит специалист - геозэколог и рабочий.

Таблица 22 – Расчет затрат труда (на каждый вид работы)

№	Вид работ	Т	Рабочий	Геозэколог
			Н, чел/смена	Н, чел/смена
1	Эколого-геохимические работы литогеохимическим методом на отдельных площадках при геозэкологических исследованиях территории	0,878	0,878	0,878
2	Пешие проходимые маршруты	1,37	1,37	1,37
3	Сушка проб или материала исследования	3,060	3,060	
4	Просеивание	6,300	6,300	
5	Определение ртути беспламенным атомно-абсорбционным методом	4,680		4,680
6	Описание минерального состава с использование бинокулярного микроскопа	0,630	0,630	
7	Электронно-микроскопическое исследование	5,100		5,100
8	Определение кислотности почв	4,680	4,680	
9	Магнитная сепарация	3,780	3,780	
10	Рентгеноструктурный анализ	1,950		1,950
11	Инструментальный нейтронно-активационный анализ	7,32		7,32
12	Выполнение стандартного комплекса операций камеральной обработки материалов (без использования ЭВМ)	0,245	0,245	
13	Камеральная обработка материалов (с использ. ЭВМ)	0,607	0,607	
	Итого	42,848	21,55	21,298

6.3 Нормы расходов материалов

Расчет затрат материалов (для полевого и камерального периодов) для данного проекта осуществлялся на основе средней рыночной стоимости необходимых материалов и их количества (таблица 23). Транспортные расходы и расчет затрат на подрядные работы представлены в таблицах 24 и 25.

Таблица 23 – Расход материалов на проведение геозэкологических работ

Наименование и	Единица	Количество	Цена, руб	Сумма, руб
----------------	---------	------------	-----------	------------

характеристика изделия				
Все полевые эколого-геохимические работы				
Журналы регистрационные	шт	1	50	50
Карандаш простой	шт	3	10	30
Линейка чертежная	шт	1	15	15
Резинка ученическая	шт	2	10	20
Ручка шариковая	шт	1	15	15
Литогеохимические работы				
Пакеты ZIP LOCK 80*120	Упаковка	1	55	55
Пакет ZIP LOCK	Упаковка		18	18
Неметаллическая лопата	шт	1	120	120
Лабораторные исследования				
Сито лабораторные	Комплект	1	600	4850
Перчатки латексные	шт	4	20	80
Камеральные работы				
Бумага офисная	Упаковка	1	195	195
Маркер цветной	шт	3	50	150
Итого:				5498

Таблица 24 – Транспортные расходы

Транспортное средство	Количество поездок	Стоимость за одну поездку
Автобус (Томск – Новокузнецк)	1	1118,25
Автобус (Новокузнецк – Мыски)	1	148
Автобус (Мыски – Междуреченск)	2	86
Автобус (Мыски – Томск)	1	1268,42
Итого: 2620,67 рублей		

Таблица 25 – Расчет затрат на подрядные работы

Метод анализа	Кол-во проб	Стоимость	Сумма
ИНАА	28	2000	56 000

Итого:	56 000
--------	--------

6.4 Расчет оплаты труда

Общий расчет сметной стоимости проекта оформляется по типовой форме, его базой служат расходы, связанные с выполнением работ, запланированных по проекту.

На эту базу начисляются проценты, которые обеспечивают организацию и управление работ по проекту, то есть расходы, за счет которых осуществляется содержание всех функциональных отделов структуры предприятия (таблица 26).

Расчет осуществляется в соответствии с формулами:

$$ЗП = \text{Окл} * T * K, \quad (8)$$

где ЗП - заработная плата (условно);

Окл - оклад по тарифу (р);

T - отработано дней (дни, часы);

K - коэффициент районный (для Томска 1,3 на 2019 г).

$$\text{ДЗП} = ЗП * 7,9\%, \quad (9)$$

где ДЗП - дополнительная заработная плата (%).

$$\text{ФЗП} = ЗП + \text{ДЗП}, \quad (10)$$

где ФЗП - фонд заработной платы (р).

$$\text{СВ} = \text{ФЗП} * 30\%, \quad (11)$$

где СВ - страховые взносы.

$$\text{ФОТ} = \text{ФЗП} + \text{СВ}, \quad (12)$$

где ФОТ - фонд оплаты труда (р).

$$R = ЗП * 3\%, \quad (13)$$

где R - резерв (%).

$$\text{СПР} = \text{ФОТ} + M + A + R, \quad (14)$$

где СПР - стоимость проектно-сметных работ.

Таблица 26 – Расчет заработной платы

Наименование расходов	Кол-во	Единицы измерения	Затраты труда	Дневная ставка	Сумма основных расходов
Основная заработная плата					

Геоэколог	1	Чел-см	21,298	510,80	10 880
Рабочий	1	Чел-см	21,55	313,92	6765
ИТОГО	2				17 645
Дополнительная зарплата	7,9%				1394
ИТОГО					19 039
ИТОГО С р.к.	1,3				24 750,7
Амортизация					
ИТОГО основных расходов					24 750,7

Амортизация - это источник простого и расширенного воспроизводства оборудования. Процесс начисления прекращается по истечении амортизационного периода.

Амортизационные отчисления - это инструмент компенсации полученного износа. Направлены они должны быть на ремонт имеющегося или изготовление нового основного средства. Сумма отчислений входит в себестоимость продукции, то есть автоматически переходит в цену. Объем амортизационных исчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов (таблица 27).

Таблица 27 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование объекта основных фондов	Количество	Балансовая стоимость, руб	Годовая норма амортизации, %	Амортизация, руб
Оптический электронный микроскоп LeicaEZ4D	1	23000	1,5	345
Сканирующий электронный микроскоп Hitachi S- 3400N	1	8000000	1	80
Персональный компьютер	1	19000	10	1,9
Анализатор ртути «РА-915+»	1	1500000	10	15
Итого		38,37		

Также необходимо рассчитать основные затраты на все виды работ (таблица 28).

Таблица 28 – Основные затраты на проектные работы

Состав затрат	Сумма затрат, руб
Материальные затраты	5498
Затраты на оплату труда (со страховыми взносами)	24 750,7
Амортизация	38,37
Транспортные затраты	2620,67
Итого:	32907,74

6.5 Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ

Для проведения работ были затрачены силы одного геоэколога. Он занимался геохимическими работами, лабораторными работами, а также анализом данных (таблица 29).

Таблица 29 – Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ

№ п/п	Наименование работ и затрат	Объём		Единичная расценка	Полная сметная стоимость, руб.
		Ед. изм	Количество		
I	Основные расходы на геоэкологические работы				
	А Собственно геоэкологические работы				
	Проектно-сметные работы	% от ПР	100	32907,74	
1	Полевые работы:	32907,74			
4	Камеральные работы	% от ПР	100		32907,74
	Б Сопутствующие работы и затраты				5498
5	Транспортировка грузов и персонала				2620,67
	Итого основных расходов (ОР):	73934,15			
II	Накладные расходы	% от ОР	15		11090,12
	Итого: основные и накладные расходы (ОР+НР)	85024			
III	Плановые накопления	% от НР+ОР	20		17004,8
IV	Подрядные работы				

1	Инструментальный нейтронно– активационный анализ	руб			56 000
V	Резерв	% от ОР	3		2218
	Итого сметная стоимость	160246,8			
	НДС	%	20		32049,36
	Итого с учётом НДС				192296,16

Таким образом, проведение научно - исследовательской работы составило 160 246,8 рубля с учетом НДС 192 296,16 рубля. Было проведено обоснование проведенных работ, которые включали в себя расчет затрат труда и времени, а также смета по всем проведенным работам, а их сумма дала представление об общей стоимости исследования.

7 Исследование свойств веществ и материалов в лабораторных условиях

В ходе научно-исследовательской работы были отобраны пробы почвы в Притомском районе города Междуреченск Кемеровской области. Всего было отобрано 28 проб почвы. Пробы анализировались в лабораторных помещениях отделения геологии Инженерной школы природных ресурсов в инновационном научно-образовательном центре «Урановая геология», а также в учебно-научном центре «Исследовательский ядерный реактор», созданном на базе лаборатории №32 (Исследовательский ядерный реактор ИРТ-Т) инженерной школы ядерных технологий. Были проведены следующие виды анализов: атомно-абсорбционный анализ, электрометрический анализ, токсикологический анализ, электронная микроскопия, инструментальный нейтронно-активационный анализ и рентгеноструктурный анализ. Обработка результатов проводилась с использованием программ Microsoft Word, Microsoft Excel, Statistica 8, CorelDrawX7. Область применения: использование полученных результатов для постановки более детальных работ по исследованию данной территории, а также практический интерес для МКУ «Междуреченский комитет по охране окружающей среды и природопользованию» и Министерства природных ресурсов и экологии Кузбасса.

Объект исследования: почва.

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

7.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя)

правовые нормы трудового законодательства

Нормативно – правовой основой для обеспечения безопасности при проведении работ в лабораторных условиях являются: «Трудовой кодекс Российской Федерации», а также «Правила работы и техника безопасности в аналитической лаборатории», «Инструкция по технике безопасности», «Правило противопожарной безопасности», «Инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях».

В статье 91 “Понятие рабочего времени” Трудового кодекса РФ [86] указано, что нормальная продолжительность рабочего времени не может

превышать 40 часов в неделю. В статье 86 “Общие требования при обработке персональных данных работника и гарантии их защиты” Трудового кодекса РФ [86] отмечено, что в целях обеспечения прав и свобод человека и гражданина работодатель и его представители при обработке персональных данных работника обязаны соблюдать ряд требований, указанных в данном кодексе.

Согласно «Правил работы и техники безопасности в аналитической лаборатории», «Инструкции по технике безопасности», «Правил противопожарной безопасности», «Инструкции по оказанию первой помощи при несчастных случаях», прежде чем приступить к работе, необходимо ознакомиться с лабораторным оборудованием, с методикой проведения основных лабораторных операций, с правилами техники безопасности при этом. Только хорошая организация и охрана труда, строгое соблюдение правил работы и мер безопасности, соблюдение трудовой дисциплины позволяют полностью исключить возможность несчастных случаев и аварий в лаборатории.

Допуск в лабораторию разрешается только после знакомства с инструкцией по технике безопасности, вводного инструктажа и отметке в специальном журнале под личную роспись прошедших инструктаж.

Ответственность за хранение реактивов, приборов, оборудования и материалов, правила их выдачи возлагаются на инженера лаборатории.

Каждый работающий должен знать, где в лаборатории находятся аптечка для оказания первой медицинской помощи, индивидуальные средства защиты (маска, перчатки, противогаз, резиновые калоши, фартук), средства пожаротушения (ящик с песком, огнестойкое одеяло, огнетушитель), средства для оказания первой медицинской помощи (аптечка, растворы: гидрокарбоната натрия (3%), перманганата калия (1%), уксусной кислоты (1%)).

В конце работы, рабочий обязан навести порядок на своем рабочем месте: внимательно осмотреть и проверить выключение электроэнергии, воды, приборов и аппаратов, убрать легко воспламеняющийся мусор, вымыть стеклянную посуду.

7.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

Правила электробезопасности в лаборатории

- Для отключения электросетей на вводах должны быть рубильники или другие доступные устройства. Отключение всей сети, за исключением дежурного освещения, производится общим рубильником;
- В случае перерыва в подаче электроэнергии электроприборы должны быть немедленно выключены;
- Категорически запрещается прикасаться к корпусу поврежденного прибора или токоведущим частям с нарушенной изоляцией и одновременно к заземленному оборудованию (другой прибор с исправным заземлением, водопроводные трубы, отопительные батареи), либо прикасаться к поврежденному прибору, стоя на влажном полу.

Правила пожарной безопасности в лабораториях

- Все сотрудники лаборатории должны быть обучены правилам обращения с огне- и взрывоопасными веществами, газовыми приборами, а также должны уметь обращаться с противогазом, огнетушителем и другими средствами пожаротушения, имеющимися в лаборатории;
- Без разрешения начальника лаборатории и лица, ответственного за противопожарные мероприятия, запрещается установка лабораторных и нагревательных приборов, пуск их в эксплуатацию, переделка электропроводки;
- Запрещается эксплуатация неисправных лабораторных и нагревательных приборов.

Правила безопасной работы с химическими веществами

- При работе с химическими реактивами в лаборатории должно находиться не менее двух сотрудников;

- Приступая к работе, сотрудники обязаны осмотреть и привести в порядок свое рабочее место, освободить его от ненужных для работы предметов;
- Перед работой необходимо проверить исправность оборудования, рубильников, наличие заземления и пр.;
- Работа с едкими и ядовитыми веществами, а также с органическими растворителями проводится только в вытяжных шкафах;
- При работе с химическими реактивами необходимо включать и выключать вытяжную вентиляцию не менее чем за 30 минут до начала, и после окончания работ;
- Все сухие реактивы необходимо брать фарфоровыми ложками, шпателями.

Требования к помещениям для работы с ПК

- Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям действующей нормативной документации. Окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, преимущественно должны быть ориентированы на север и северо-восток.

Требования к микроклимату, содержанию аэроионов и вредных химических веществ в воздухе на рабочих местах, оборудованных ПК

- В производственных помещениях, в которых работа с использованием ПК является вспомогательной, температура, относительная влажность и скорость движения воздуха на рабочих местах должны соответствовать действующим санитарным нормам микроклимата производственных помещений.

Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК

- Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева;

- Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

7.2 Профессиональная социальная безопасность

В данном разделе будут рассмотрены и проанализированы вредные и опасные факторы, которые могут возникать на всех этапах работы. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой среды представлен в виде таблицы 30.

Таблица 30 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Полев ой	Лабор аторн ый	Камерал ьный	
Вредные факторы				
1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе	+			Р 2.2.2006–05 [79]
2. Отклонение показателей микроклимата в помещении		+	+	СанПиН 2.2.4.548–96 [81]
3. Тяжесть и напряженность физического труда, монотонность работы	+	+	+	Р 2.2.2006-05 [79]
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны			+	СНиП 23-05-95* [84]
5. Превышение уровней электромагнитных излучений		+	+	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [80]
Опасные факторы				
6. Электрический ток	+	+	+	ГОСТ 12.1.038-82 [70]
7. Пожарная опасность		+	+	НПБ 105-03 [76] ГОСТ 12.1.004-91 [69]

Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

В соответствии с таблицей на полевом этапе вредным фактором является отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе. Источник возникновения данного фактора – неблагоприятные метеорологические условия. Воздействие данного фактора на организм человека проявляется в переохлаждении/перегревании организма, обострении разных заболеваний, повышении артериального давления. Профилактика воздействия факторов микроклимата на здоровье человека при проведении полевых работ заключается в выборе правильной одежды в соответствии с погодными условиями, обязательное наличие противовоспалительных и обезболивающих средств.

Такой вредный фактор, как отклонение показателей микроклимата в помещении, проявляется на лабораторном и камеральном этапе. Данный фактор зависит от интенсивности работы и времени года. Микроклиматические параметры оказывают значительное влияние как на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье, так и надежность работы ПК. Их отклонение может негативно отражаться на организме, становясь причиной пересыхания и растрескивания кожи и слизистой, а также последующего заражения болезнетворными микроорганизмами, и общей работоспособности организма. Для минимизации воздействия фактора необходимо соблюдать режим труда и отдыха, а также проветривать помещение.

Тяжесть и напряженность физического труда, монотонность работы присутствует на всех этапах работ. Этот фактор неблагоприятно воздействует на организм человека. Для того чтобы избежать воздействия данного фактора необходимо делать каждые 2 часа 15 минутные перерывы, а также стараться более 4 часов не заниматься одной и той же работой, необходимо менять занятие и обстановку, правильно нормировать нагрузки на организм в режиме труда.

На камеральном этапе отмечается недостаточная освещенность рабочей зоны. Недостаток света может вызвать ослепленность или привести к быстрому

утомлению и снижению работоспособности. Согласно [85] для общего и местного освещения помещений следует использовать источники света с цветовой температурой от 2400 до 6800 К. Интенсивность ультрафиолетового излучения в диапазоне длин волн 320-400 нм не должна превышать 0,03 Вт/м. Наличие в спектре излучения длин волн менее 320 нм не допускается.

Превышение уровней электромагнитных излучений наблюдается на лабораторном и камеральном этапах. Источниками электромагнитных полей на рабочем месте могут быть: монитор; системный блок ПК, электрооборудование. При постоянной не защищенной работе с ПК происходит воздействие на нервную систему, ухудшается зрение и падает иммунитет. Для защиты организма от негативного воздействия электромагнитного излучения, необходимо сократить время пребывания в зоне излучения, так же при работе с ПК необходимы защитные экраны, которые помогают существенно снизить негативное воздействие.

На всех этапах работ имеется такой опасный фактор, как электрический ток. При полевых работах на открытой местности при некоторых условиях человек может подвергаться опасности воздействия электрического тока. Проходя около опоры линии электропередачи, человек может попасть под шаговое напряжение и подвергнуться действию тока, проходящего через ноги. Находясь под проводами линии высокого напряжения, человек может оказаться под опасным воздействием электрического поля. При грозе появляется повышенная опасность поражения атмосферным электричеством и прямым ударом молнии. При этом происходит потеря сознания, остановка или резкое угнетение самостоятельного дыхания, часто аритмичный пульс, расширение зрачков. Элементарными средствами защиты от электрического тока, который проходит по проводам – это избегание маршрутов отбора проб под ними. На лабораторном и камеральном этапе источниками возникновения фактора являются электрические установки (компьютер, принтер, оборудование для анализа проб, сканер, настольные лампы, розетки, провода и др.). Они представляют для человека большую потенциальную опасность, которая

усугубляется тем, что органы чувств человека не могут на расстоянии обнаружить наличие электрического напряжения на оборудовании. Проходя через организм человека, электрический ток оказывает: термическое, электролитическое и биологическое действие. Поражение электрическим током или электрической дугой может произойти в случае, если произошло прикосновение к токоведущим частям установки или ошибочным действием выполнения работ или прикосновением к двум точкам земли, имеющим разные потенциалы и др. К работе с электроустановками должны допускаться лица, прошедшие инструктаж и обучение безопасным методам труда, проверку знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью и выполняемой работой. Защита от электрического тока подразделяется на: защиту от прикосновения к токоведущим частям электроустановок (изоляция проводов, ограждения, блокировка, пониженные напряжения, сигнализация, знаки безопасности и плакаты); защиту от поражения электрическим током на электроустановке (защитное заземление, защитное отключение, молниезащита). Согласно [80], помещения, где размещаются рабочие места с ПК, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации. Не следует размещать рабочие места с ПК вблизи силовых кабелей и вводов, высоковольтных трансформаторов, технологического оборудования, создающего помехи в работе ПК. Во избежание несчастных случаев от действия электрического тока применяются основные правила безопасного пользования электроэнергией: не устраиваются временные электропроводки; не пользуются самодельными электронагревательными приборами, инструментом; постоянно следят за исправным состоянием электропроводки, распределительных щитков, выключателей, ламповых патронов, а также шнуров, при помощи которых электроприборы включаются в электросеть; замену ламп производят только при отключении выключателя. Одним из распространенных средств защиты от статического электричества является уменьшение генерации электростатических зарядов или их отвод с

наэлектризованного материала, что достигается: заземлением металлических и электропроводных элементов оборудования; увеличением поверхностей и объемной проводимости диэлектриков; установкой нейтрализаторов статического электричества. Более эффективным средством защиты является увеличение влажности воздуха до 65%.

Пожароопасность возникает на лабораторном и камеральном этапе. Возможные источники пожарной опасности: неработоспособное электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях, короткое замыкание. В современных ПК очень высока плотность размещения элементов электронных схем. При этом возможно оплавление изоляции соединительных проводов, их оголение и, как следствие, короткое замыкание, которое сопровождается искрением. В результате возникновения пожара или взрыва, человек подвергается воздействию токсичных продуктов горения, огня и лучистых потоков, дыма (воздействует на слизистые оболочки), недостаток кислорода, вызывающий ухудшение двигательной функции, ранение осколками, химические ожоги, отравления. Пожарная безопасность является важной составной частью безопасности, представляющая собой единый комплекс организационных и технических мероприятий по предупреждению пожаров и в лабораторных, и в камеральных условиях. Профилактические мероприятия: выявление и устранение неполадок в сети, своевременный ремонт либо замена электрооборудования, скрытие электропроводки для уменьшения вероятности короткого замыкания; в качестве первичных средств пожаротушения в помещении должен быть углекислотный огнетушитель ОУ-8. В исследуемых помещениях должны быть обеспечены следующие средства противопожарной защиты: план эвакуации людей при пожаре; для отвода избыточной теплоты от ПК служат системы вентиляции; установлена система автоматической противопожарной сигнализации (датчики-сигнализаторы типа - ДТП). Также необходимо прохождение инструктажа по техники безопасности. К средствам индивидуальной защиты при пожаре относят противогаз,

огнезащитные накидки, пожарные костюмы, противогазоаэрозольный респиратор.

7.3 Экологическая безопасность

При отборе проб, пробоподготовке (просушивание при комнатной температуре, измельчение, просеивание, взвешивание), а также при проведении анализов не оказывается влияние на состояние окружающей среды. Также не влияет на состояние окружающей среды проведение атомно-абсорбционного анализа на обнаружение содержания Hg, так как содержание Hg не превышает установленной ГН 2.1.7.2041-06 [68] значения, которое составляет 2100 мг/кг. Пробы почвы после проведения анализов не требуют специальной утилизации, утилизация почв осуществляется в мусорную урну. Отработанная техника будет передаваться специализированным фирмам по утилизации.

7.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Нередко, при определенных работах, в лабораториях возникает опасность пожара. Здание, в котором располагается рабочая аудитория, по пожарной опасности относится к категории В, в соответствии с Федеральным законом "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"— производства, связанные с обработкой или применением твердых сгораемых веществ и материалов (компьютерная техника, предметы мебели). Пожароопасность рассмотрена в пункте «Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению». План эвакуации представлен на рисунке 30. План эвакуации – это схема, в которой можно найти путь для эвакуации, эвакуационные и аварийные выходы, регламент правил поведения, а также список или последовательность действий людей при возникновении чрезвычайного происшествия.

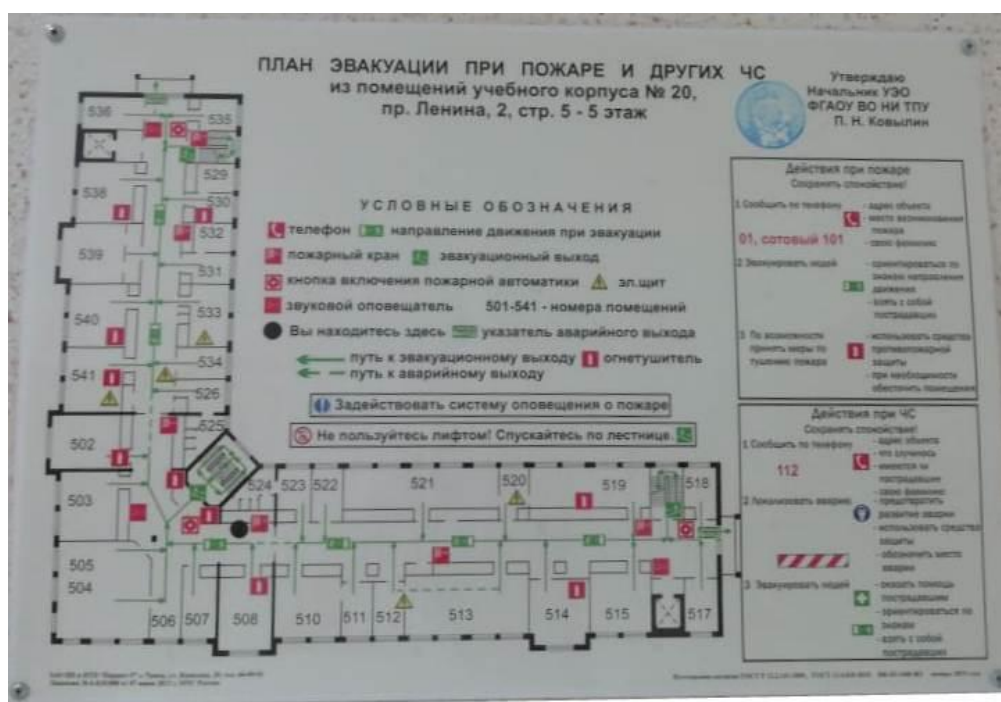


Рисунок 30 – План эвакуации 5 этажа 20 корпуса Томского политехнического университета

В данном помещении не обнаружено предпосылок к пожароопасной ситуации. Это обеспечивается соблюдением норм при монтаже электропроводки, отсутствием электрообогревательных приборов и дефектов в розетках и выключателях.

В ходе написания данного раздела магистерской диссертации были рассмотрены и описаны правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности на полевом, лабораторном и камеральном этапе. Проведен анализ вредных факторов, таких как отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе и показателей микроклимата в помещении, тяжесть и напряженность физического труда, монотонность работы, недостаточная освещенность рабочей зоны, а также превышение уровней электромагнитных излучений. Проведен анализ опасных факторов: электрический ток и пожарная опасность.

Выявлено, что исследования не несут вреда окружающей среде.

Также рассмотрен один из видов чрезвычайных ситуаций, которых может произойти на рабочем месте – пожар.

Также выяснили, что лаборатория, в которой проводились исследования, соответствует нормам по пожарной безопасности и по освещенности.

Выводы

1. Впервые получены данные по элементному составу почв (28 элементов) южной части г. Междуреченск, а именно Притомского района, а также почв, отобранных вблизи разреза Кийзасский.

2. Геохимическая специализация почв на территории г. Междуреченск относительно кларка ноосферы формируется преимущественно за счет таких химических элементов как Sb, Ba, Zn, тогда как уровни содержания большинства рассматриваемых химических элементов сопоставимы со значениями их кларковых концентраций. При этом средние значения по городу > средние значения по реке > средние значения по разрезу. Таким образом, повышенные концентрации Sb, Ba и Zn в почвах на территории г. Междуреченск являются следствием проявленности техногенной геохимической специализации рассматриваемой территории.

3. Анализ результатов расчета кларков концентраций химических элементов в почвах на территории г. Междуреченск относительно среднего содержания химических элементов в верхней части континентальной земной коры подтвердил геохимическую специализацию почв г. Междуреченск, установленную относительно кларка ноосферы и заключающуюся в приоритетной геохимической ассоциации Zn, Sb. При этом средние значения по городу > средние значения по реке > средние значения по разрезу.

4. Полученные значения суммарного показателя загрязнения почв по данным расчетов, проведенных по всему перечню рассматриваемых химических элементов относительно кларка ноосферы, соответствуют высокой степени загрязнения (наибольшие значения – в городе, наименьшие – вблизи разреза), а относительно кларка верхней части континентальной земной коры – низкой степени загрязнения (наибольшие значения – в городе, наименьшие – вблизи разреза).

5. По превышению значений ПДК изученные территории образуют следующий ряд: среднее по городу > среднее по разрезу > среднее по реке. Превышения содержаний элементов относительно ПДК выявлены для Zn (до 12

раз) и Cr (до 10 раз) в почвах во всех точках. В 5 проанализированных пробах почв зафиксированы превышения ПДК по Sb – от 2 до 13 раз. Наибольшие величины превышения ПДК по Sb установлены в пробах, отобранных в районах котельной. Превышений нормативов ПДК в почвах на территории г. Междуреченск по концентрациям Hg не установлено (среднее содержание Hg соответствует 0,03 доли ПДК_{Hg}).

6. Среднее валовое содержание Hg в почвах составляет 53 нг/г (max-172,5 нг/г, min-14,9 нг/г). Максимальное содержание приходится на городские почвы, а именно на район котельной. Данные значения сопоставимы с результатами других авторов.

7. Полученные результаты показывают, что из почвы растение преимущественно поглощает такие элементы, как Ca, Sr, Rb, Zn, Br. Rb является специфичным элементом для данной территории.

8. Среднюю токсичность по методу изменения оптической плотности культуры водоросли хлорелла имеют пробы, отобранные возле котельной (KM17, KM 8ф, KM 14), а также проба, отобранная возле перекрестка (KM 3). Токсичной пробой является проба, отобранная в точке KM 22, которая расположена вблизи интенсивного движения автотранспорта. Пробы KM 20, KM 21, KM 11 могут быть отнесены к V классу опасности на основании методики. Пробы KM22, KM17, KM8ф, KM3, KM14, KM7ф, KM2 отнесены к IV класс опасности.

9. Между показателем токсичности и суммарным показателем загрязнения значение коэффициента парной корреляции составило 0,79, что свидетельствует о том, что между этими величинами имеются статистически значимые и достоверные связи.

10. Сравнение полученных данных с ранее проведенными исследованиями, показывает, что средние содержания большинства элементов находятся на уровне средних значений по городу. Вместе с тем наблюдается превышение средних содержаний Ba, Se и понижение средних содержаний Cr, Sr по сравнению со средними значениями по городу в сравнении с [36]. А

также превышение Co, Zn, Sr, Ba и понижение Cr, As по сравнению со средними содержаниями по городу в сравнении с [45, 46].

11. Коэффициент парной корреляции между магнитной восприимчивостью и суммарным показателем загрязнения составил 0,92. Таким образом, в данном случае, между магнитной восприимчивостью и суммарным показателем загрязнения имеются статистически значимые и достоверные связи, т. е. в районах, которые выделяются повышенными значениями магнитной восприимчивости относительно среднего, также фиксируются ореолы максимальных значений суммарного показателя загрязнения.

12. Было установлено, что во всех пробах присутствует минеральная фаза кварца (Qartz) и альбита (Albite) в качестве основной массы, также в пробах обнаружены минеральные фазы конинкита (Koninckite), мусковита (Muscovite), барита (Baryte), магнезиоферрита (Magnesioferrite), муллита (Mullite), которые являются типичными минеральными фазами для почв угледобывающего региона.

Список публикаций студента

1. Кудрявцева М. Г. Токсичные элементы в почвах юга Кузбасского региона и их влияние на здоровье населения // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 120-летию со дня рождения академика К. И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения профессора К.В. Радугина. 2019. Т.1. С.589-591.
2. Кудрявцева М. Г. Токсичные элементы в почвах г. Междуреченска (Кемеровская область) // Проблемы геологии и освоения недр: XXIV Международный научный симпозиум студентов и молодых ученых имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр», посвященном 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. 2020.
3. Osipova N. A., Yazikov E. G., Bykov A. A., Larin S. A., Kudryavtseva M. G. Modeling of the pollutant dispersion in the ambient air in the coal-mining regions and their impact on the health of the inhabitants // 16th international symposium on water-rock interaction 13th international symposium on applied isotope geochemistry. 2019.
4. Кудрявцева М. Г., Осипова Н. А., Язиков Е. Г. Литогеохимические исследования территории г. Междуреченска (Кемеровская область) для оценки влияния антропогенных факторов // XII Всероссийская научно-практическая конференция, посвященная Десятилетию действий по достижению Целей устойчивого развития. 2020.

Список использованных источников

1. Александрова П. Ю. Мониторинг как инструмент исследования экосистемы [Электронный ресурс] // Геопортал ИВМ СО РАН. URL: <http://gis.krasn.ru/blog/content/monitoring-pochvennykh-resursov> (дата обращения: 23.01.2020).
2. Антипов-Каратаев И. Н. О бурых лесных и коричневых лесных почвах // Почвоведение. 1947. N 12. С. 697-703.

3. Васильева Л.И., Кадацкий В.Б. Формы тяжелых металлов в почвах урбанизированных и заповедных территорий // Геохимия. 1998. N 4. С. 426—429.
4. Вернадский В.И. Очерки о геохимии в кн. «Избранные сочинения». М.: Изд-во АН СССР, 1954. 696 с.
5. Виноградов А. П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 237 с.
6. Водяницкий Ю.Н., Савичев А.Т., Васильев А.А., Лобанова Е.С., Чашин А.Н., Прокопович Е.В. Содержание тяжелых щелочноземельных (Sr, Ba) и редкоземельных (Y, La, Ce) металлов в техногенно-загрязненных почвах // Почвоведение. 2010. N7. С. 879-890.
7. Водяницкий Ю.Н. Состояние и поведение природных и техногенных форм As, Sb, Se, Te в рудных отвалах и загрязненных почвах (обзор литературы) // Почвоведение. 2010. N 1. С. 37–46.
8. Гаврикова Н. А., Тухватулина Л. Р., Видяев И. Г., Серикова Г. Н., Шаповалова Н. В. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. 73 с.
9. Гармаш, Г.А. Распределение тяжелых металлов в почвах в зоне воздействия металлургических предприятий // Почвоведение. 1985. N2. С. 27-32.
10. Геологическая карта Кемеровской области [Электронный ресурс] // Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского. URL:
http://www.vsegei.ru/ru/info/gisatlas/sfo/kemerovskaya_obl/17_geolog_karta.jpg
(дата обращения: 21.03.2020).
11. Глазовская М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М.: Высшая школа, 1988. 328 с.
12. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2017 году» / Департамент природных ресурсов и экологии Кемеровской области. Кемерово: 2018. 483 с.

13. Григорьев Н.А. Распределение химических элементов в верхней части континентальной коры. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 382 с.
14. Дифрактометры рентгеновские D2 PHASER [Электронный ресурс] // Профессиональный метрологический консалтинг. URL: <https://all-pribors.ru/opisanie/62382-15-d2-phaser-69512> (дата обращения: 13.11.2019).
15. Жорняк Л.В. Эколого-геохимическая оценка территории г. Томска по данным изучения почв: автореф. дис. ..., канд. геол.-мин. наук. Томск, 2009. 40 с.
16. Зайцева Ю. П. Экогеохимия элементов-примесей при сжигании углей, при транспортировке и хранении золошлаков (на примере Березовской ГРЭС) // Творчество юных - шаг в успешное будущее: материалы VIII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М. К. Коровина. 2015. С. 358-361
17. Заушинцева А. В., Кожевников Н. В. Техногенез почвенного покрова в районах разработки угольных месторождений Кузбасса // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Биологические, технические науки и науки о Земле. 2017. N 1. С. 4–9.
18. Звонарев Б. Л. Закономерности распределения ртути в почвах вблизи источника загрязнения // Почвоведение. 1981. N 4. С. 32–39.
19. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов. М.: Экология, 1996. Кн. 3. 351 с.
20. Игнатова Т. Н., Барановская Н. В., Рихванов Л. П., Судыко А. Ф. Региональные биогеохимические особенности накопления химических элементов в зольном остатке организма человека // На боевом посту. 2000. N 9. С. 64-67; N 10. С. 58-71.
21. Исупова А. А. Исследование особенностей накопления химических элементов в листьях тополя черного (*Populus nigra*) на территории города Междуреченска // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня рождения академика К. И.

Сатпаева, 120-летию со дня рождения профессора К. В. Радугина. 2019. Т. 1. С. 580-582.

22. Исупова А. А. Применение метода лишеноиндикации для оценки качественного состояния атмосферного воздуха (на примере города Междуреченска) // Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета. 2016. Т. 2. С. 141-143.

23. Исупова А. А., Ялалтдинова А. Р. Количественное определение содержания ртути в лишайнике вида *Physciapulverulenta* на примере промышленного города Междуреченска // Экологические проблемы региона и пути их решения: материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, проводимой в рамках Сибирского экологического форума «Эко-BOOM». 2016. С. 143-147.

24. Кабата—Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.

25. Кизельштейн, Л. Угольные примеси — ценные и коварные // Наука и жизнь. 2014. N 5. С. 70-76.

26. Ладонин Д.В. Соединения тяжелых металлов в почвах проблемы и методы изучения // Почвоведение. 2002. N 6. С. 682-692.

27. Максимова Д. В. Химические элементы в почвах г. Междуреченска // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М. И. Кучина. 2017. Т. 1. С. 777-778.

28. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. М.: ИМГРЭ, 1982. 112 с.

29. Миков О. А. Оценка техногенного загрязнения почв методом каппаметрии при эколого-геохимическом мониторинге: дис. ..., канд. геол.-мин. наук. Томск, 1999. 148 с.

- 30.Наплекова Н.Н., Булавко Г.И. Ферментативная активность почв, загрязненных соединениями свинца // Почвоведение. 1983. N7. С. 35-40.
- 31.Николаенко А. Н. Содержание ртути в снеговом покрове на территории г. Междуреченска // Творчество юных - шаг в успешное будущее: материалы VIII Всероссийской студенческой научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина. 2015. Т.2. С. 151-152.
- 32.Осипова Н. А., Таловская А. В. Влияние угледобывающих предприятий на загрязнение снегового покрова прилегающих урбанизированных территорий (на примере г. Междуреченск) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2017. N 12. С. 36-46.
- 33.Осипова Н. А., Язиков Е.Г., Тарасова Н. П., Осипов К. Ю. Тяжелые металлы в почвах в районах воздействия угольных предприятий и их влияние на здоровье населения // Экологическая безопасность. 2015. N2. С. 16-26.
- 34.Отчет о состоянии окружающей природной среды г. Междуреченска в 2008 году / Междуреченский комитет по охране окружающей среды и природопользованию. 2009. 54 с.
- 35.Перельман А. И. Геохимия. М.: Высшая школа, 1979. 423 с.
- 36.Полякова Ю. А. Эколого-геохимическое исследование почв промышленных районов Кузбасса // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 155-летию со дня рождения академика В.А. Обручева, 135-летию со дня рождения академика М.А. Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы, и 110-летию первого выпуска горных инженеров в Сибири. 2018 г. Т. 1. С. 836-838.
- 37.Постановление от 11.01.2017 N 17-п Об утверждении Инвестиционной стратегии муниципального образования «Междуреченский городской округ» до 2020 года и на период до 2025 года [Электронный ресурс] // Администрация Междуреченского городского округа.URL: http://mrech.ru/upload/file/doc/2017/2017.01.11_17-2.pdf (дата обращения: 21.03.2020).

- 38.Способ определения техногенной загрязненности снегового покрова тяжелыми металлами группы железа (железо, кобальт, никель): пат. 2133487 Рос. Федерация. N 2176406; заявл. 17.01.2000; опубл. 27.11.2001. Бюл. N10.
- 39.Судыко А.Ф. Определение урана, тория, скандия и некоторых редкоземельных элементов в двадцати четырех стандартных образцах сравнения инструментальным нейтронно-активационным методом // Материалы V Международной конференции: Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. 2016. С. 620–624.
- 40.Счастливцев Е. Л. Техногенное воздействие угледобывающих предприятий на окружающую среду: На примере Кузбасса: дис. ... д-р техн. наук. Кемерово, 2006. 344 с.
- 41.Таловская А. В., Язиков Е. Г. Вещественный состав почвы. Методические указания к выполнению лабораторной работы N 2 по курсу «Минералогия техногенных образований» для студентов, обучающихся по специальности 020804 «Геоэкология». Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. 20 с.
- 42.Турсуналиева Е. М. Распределение ртути в листьях тополя вдоль трассы Новокузнецк - Междуреченск // Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета. 2016. Т. 2. С. 255-257.
43. Унаркова И. Р., Зябкина Е. А. Программа мониторинга месторождения твердых полезных ископаемых на участке «Поле шахты Ольжерасская-Новая» ОАО Южный Кузбасс. Междуреченск: ООО «Центр гидрогеологических исследований, 2009. 107 с.
- 44.Фалькова Г. Н. Геоэкологические проблемы угледобывающих регионов и пути их решения на примере Кузбасса: дис. ... канд. техн. наук. М., 2005. 208 с.
- 45.Язиков Е. Г. Проект эколого – геохимических исследований на территории г. Междуреченска Кемеровской области. Проект. Томск: Изд-во ТПУ, 2000. 300 с.

- 46.Язиков Е. Г., Рихванов Л. П. Отчет по договорной работе №1 "Комплексные эколого-геохимические исследования объектов окружающей среды на территории г. Междуреченска". Томск. 1992.
- 47.Язиков Е. Г., Таловская А. В., Жорняк Л. В. Минералогия техногенных образований: учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2011. 160 с.
- 48.Язиков Е. Г., Таловская А. В., Жорняк Л. В. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв: монография. Томск: Изд-во ТПУ, 2010. 264 с.
- 49.Язиков Е. Г., Шатилов А. Ю. Геоэкологический мониторинг. Учебное пособие для вузов. Томск: Изд-во ТПУ, 2003. 336 с.
- 50.Язиков Е. Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: дис. ... д-р геол.-мин. наук. Томск, 2006. 423 с.
- 51.Ялалтдинова, А.Р. Элементный состав растительности как индикатор техногенного воздействия на территории г. Усть-Каменогорска: дис. ... канд. геол.-мин. наук. Томск, ТрУа, 2015. 172 с.
- 52.Ярошевский А. А. Кларки геосфер // Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых. 1990. – С. 7–14.
- 53.Ясников И. С. Сканирующая электронная микроскопия как метод изучения микроскопических объектов электролитического происхождения // Фундаментальные исследования. 2013. N 1 (часть 3). С. 758-764.
- 54.Ali A., Strezov V., Davies P., Wrightb I. River sediment quality assessment using sediment quality indices for the Sydney basin, Australia affected by coal and coal seam gas mining // Science of the Total Environment. 2018. Volumes 616–617. P. 695-702.
- 55.Contamination and health risks of heavy metals in street dust from a coal-mining city in eastern China // Ecotoxicology and Environmental Safety. 2017. Volume 138. P. 83-91.
- 56.Drapezo R., Shelestukov V. Ecological and Economical Violations as a Threat for Sustainable Development and National Environmental Safety (on Example of

- Kemerovo Region) // IVth International Innovative Mining Symposium. 2019. Volume 105. doi.org/10.1051/e3sconf/201910502016.
- 57.Ghose M. Management of topsoil for geo-environmental reclamation of coal mining areas // Environmental Geology. 2001. Volume 40. P. 1405–1410.
- 58.González-Martínez M. D., Huguet C., Pearse J., McIntyre N., Camacho L. A. Assessment of potential contamination of Paramo soil and downstream water supplies in a coal-mining region of Colombia // Applied Geochemistry. 2019. Volume 108. doi.org/10.1016/j.apgeochem.2019.104382/
- 59.Hongxia Li, Hongbing Ji. Chemical speciation, vertical profile and human health risk assessment of heavy metals in soils from coal-mine brownfield, Beijing, China // Geochemical Exploration. 2017. P. 22-32.
- 60.Kabata-Pendias A. Trace elements in soils and plants. NW: CRC Press, Taylor and Francis Group, 2011. 505 p.
- 61.Nicolaenko A.N., Osipova N.A., Yazikov E.G., Matveenko I.A. Mercury content in soils on the territory of Mezhdurechensk / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Volume 43. Issue 1. 2016. doi:10.1088/1755-1315/43/1/012038.
- 62.Osipova N.A., Bykov A.A., Talovskaya A.V., Nikolaenko A.N., Yazikov E.G., Larin, S.A. Coal producer effect on snow cover pollution at adjacent urban territories (case study of Mezhdurechensk) // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering. 2017. Volume 328. Issue 12. P. 36-46.
- 63.Osipova N.A., Filimonenko E. A., Talovskaya A.V., Yazikov E.G., Shahova T. S. Risks of Toxic Trace Elements' Inhalation Influence in Vicinity of Local Boilers // Safety in technosphere. 2018. Volume 7. N 3. P.10-18.
- 64.Osipova N.A., Tarasova N.P., Osipov K.Yu., Maximova D.I. Health risk assessment of urban population exposure to contaminants in the soils of the Southern Kuzbass // Conference: XXI International Symposium Atmospheric and Ocean Optics. Atmospheric Physics. 2015.

65. Osipova N. A., Tkacheva E. V., Arbuzov S. I., Yazikov E. G., Matveenko I. A. Mercury in Coals and Soils from Coal-Mining Regions // Solid Fuel Chemistry. 2019. P. 411–417.
66. Tang Z., Chai M., Cheng J., Jin J., Yang Y., Nie Z., Huang Q., Li Y. Contamination and health risks of heavy metals in street dust from a coal-mining city in eastern China // Ecotoxicology and Environmental Safety. 2017. Volume 138. P. 83-91.
67. Younger Paul L. Environmental impacts of coal mining and associated wastes: a geochemical perspective // Geological Society, London, Special Publications, 236. 2004. P. 169-209.

Нормативные документы

68. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Москва. 2006. 16 с.
69. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования. М.: Стандартинформ, 2006. 48 с.
70. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. 8 с.
71. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы (ССОП). Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. М.: Стандартинформ, 2008. 8 с.
72. ГОСТ 17.4.2.01-81. Охрана природы (ССОП). Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния (с Изменением N 1). М.: Стандартинформ, 2008. 4 с.
73. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. М.: Стандартинформ, 2008. 6 с.
74. ГОСТ 17.4.4.02-2017. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. М.: Стандартинформ, 2018. 10 с.

- 75.ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки. М.: Стандартинформ, 2011. 9 с.
- 76.НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. Москва. 2003.
- 77.ПНД Ф Т 14.1:2:4.10-2004. Методика определения токсичности питьевых, природных и сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов производства и потребления по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*CHLORELLA VULGARIS BEIJER*). Красноярск. 36 с.
- 78.ПНД Ф 16.1:2.23-2000. Определение содержания ртути в почве, донных отложениях и горных породах. 13 с.
- 79.Р 2.2.2006-05. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. 2005. 142 с.
80. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. 54 с.
81. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2001. 20 с.
- 82.Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып.2. Геолого-экологические работы. М.: ВИЭМС, 1992. 170 с.
- 83.Сборник укрупненных сметных норм на геологоразведочные работы, Выпуск 7. Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных пород. М.: ВИЭМС, 1992. 320 с.
84. СНиП 23-05-95*. Естественное и искусственное освещение. М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003. 71 с.
85. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Москва. 2016. 92 с.

86.Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ //
Российская газета. 2001 г. N 256. с изм. и допол. в ред. от 16.12.2019.

Приложение А
(справочное)

General description of the Mezhdurechensk territory

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ81	Кудрявцева М. Г.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Осипова Н. А.	Канд. хим. наук, доцент		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Болсуновская Л. М.	Канд. филолог. наук, доцент		

Total characteristic of the Mezhdurechensk territory

The territory of Mezhdurechensk City is located within the sheet M-52-XIV (scale 1:500 000) of the international map (figure 1). The square of the city of 335,4 sq.km, the population is about 100 thousand people. Mezhdurechensk is the city of regional subordination in Kemerovo region of Russia. Together with eleven settlements of Mezhdurechensk district of Kemerovo region they form Mezhdurechensk city district. This is one of the largest cities in Kemerovo region in terms of population, the third in terms of the area. It is located in the south of Western Siberia, between the Tom River and the Usa River, in the southeast part of the Kuznetsk coal basin (Kuzbass).

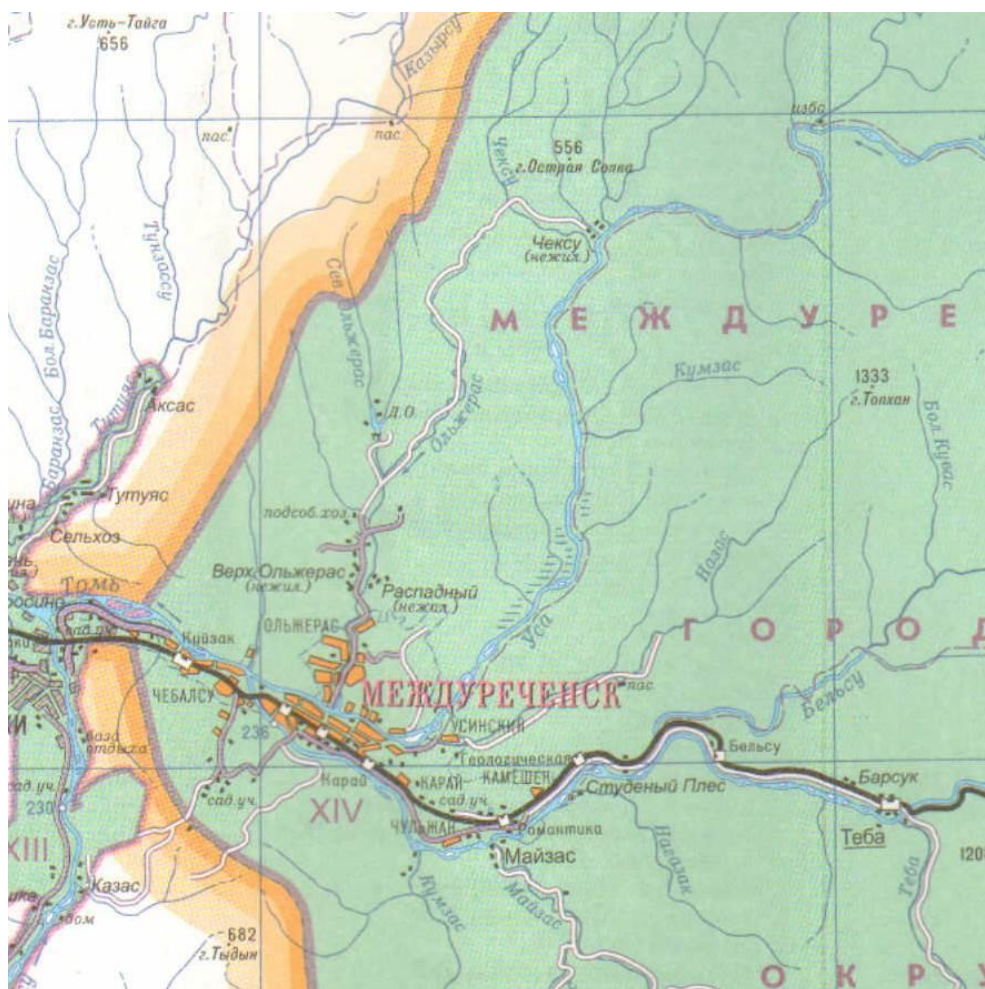


Figure 1. Survey map of the district of Mezhdurechensk

Scale 1:500 000 [43]

1 Climate

The study area represents the highland with a continental climate. Winters are severe and long, summers are hot and short. Data on the climate of the area are provided by observations of the hydrometeorological station in Mezhdurechensk.

Temperature conditions

The data on average monthly and annual air temperature is provided in the following table No. 1.

Table No. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Annual
-19	-16	9,2	1,0	9,0	15,4	18,5	15,9	9,4	1,3	-9,4	-16	-0,1

The period with the average daily temperature higher than 0^0 is 191 days. The coldest month is January with the minimum temperature from -33,7 to 43,50. The data on average absolute minima of air temperatures are provided in table No. 2.

Table No. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Annual
-42	-37	-34	-15	-4	1	6	5	-4	-14	-32	-39	-42

Average maxima of air temperatures are given in table No. 3.

Table No. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Annual
-13	-9,4	-0,8	6,7	16,2	22,4	25,0	22,5	17,1	6,5	-4,6	-11	25

Atmospheric precipitation

The study area differs in the extent of humidification. The maximum rainfall is observed in winter and spring months. The sum of rainfall on seasons/mm during observations from 1957 to 1965 is specified below in table No. 4.

Table No. 4

Winter	Spring	Summer	Autumn	Annual
1	2	3	4	5
229	221	154	172	846

In winter considerable snow cover is formed. The highest snow cover depth during the observations is 147 mm. The earliest date of the first snow is 19.IX, the latest is 29.X. The earliest date of the latest snow is 15.IV, the latest is 30.V. The

most amount of days in a year with 0,1 mm precipitations is 230 days, the least amount of days is 173. The Depth of freezing soil is 2,2 m.

Within a year east and west winds of the horizon prevail. The average annual speed of the wind is 1,8m/page. The maximum speed (2-2,5 m/s) is noted in spring, the least (1,5-1,8 m/s) is in winter.

Due to blowing in a wind rose, sanitary protection zones are most increased in the western direction twice.

The specific feature of the winter season is stable inversions. The recorded amount of days with inversions is to 150-180 per year depending on lower forms of relief and to 100 in a year on increased.

Inversions create favorable conditions for the accumulation of pollutants in the air from various sources of pollutions. The considerable emission of pollutants, hollow land relief, and solar radiation lead to photochemical smog creation. In winter smog is observed for a long time and adversely affects on the health of the population.

According to climatic division the planned territory is located in a subdistrict 1B, where repeatability of favorable weather is to 30%.

In town-planning it is necessary to foresee the compact structures of a building which organically incorporate into the surrounding medium.

At the present day, green planting makes 10 sq. m per one inhabitant.

The reliable heat-shielding of buildings and adjustable heating is obligatory. In territories of the planned cottage building, it is necessary to foresee snow protection actions.

2 Characteristic of the soil cover

In the territory of the area podsollic soils prevail, in which deep-podsolic soils of dark taiga zone are distinguished. Their differential peculiarity: the high capacity of the podsollic horizon – 50-60 cm at clay texture; weak expressiveness and light coloring of the horizon A; lack of forest cover or peaty horizon in various conditions of relief.

In the conditions of high and broken relief, the typical podsollic soils absolutely disappear. The uniformity of source rocks is of great importance for this territory. In a mid-mountain part, they are presented by a cape of quaternary diluvial, non-carbonaceous brown clays formed as a result of rainfalls and thaw water along mountain slopes. On river valleys, meadow inundated soils are created on the alluvial rocks representing the precipitation laid at a tide of the rivers and also their bottom deposits.

In spring and autumn, the soil thickness is annually exposed to through penetration to ground waters. It causes an intensive lixiviation of products of soil formation. In such conditions soils of podsollic type are formed.

The process of podzolic formation takes place under the coniferous taiga forest with grassland vegetation at the flushing regime. This process covers rather deep layers of a soil profile. The suppressed parts of tree and grassland vegetation are collected mainly on the soil surface in the form of forest laying (Autonomous area). It does not contain enough calcium, magnesium, nitrogen, but there are a lot of difficult decomposed compounds, such as lignin, waxes, pitches, and tanning agents.

Products of mineral decomposition pass into the solution and move to the lower horizons as mineral or organomineral compounds. As a result of such a process under the forest cover, the horizon (A2) lays apart. It is light-gray or whitish color, close to a stove ash colour. This horizon has a small amount of fertilizer, sesquioxides, silts. It also has an acid reaction and weak saturation bases, lamellar and sheet structure.

Behind the podsollic horizon there is the illuvial horizon very deep (up to 40-60 cm) clearly appear (B). In this horizon, accumulate mainly all substances which are washed from the horizon above. The illuvial horizon differs in darker coloring, increased with density, and smaller porosity. The two last features demonstrate that moisture from this horizon is inaccessible to plants. In this regard reserves of nitrogen, phosphorus and potassium are poorly used.

From horizon B, the gradation (BC) to the source rock (C) is represented by alluvially-deluvial non-carbon heavy clay.

Due to the fact that the depth of podsollic horizon reaches 60-80 cm and more, this type of soils was defined as deeply podzolic mountain taiga clay soils.

Mountain taiga brown soils are located above the absolute marks of 450-500 m on friable deposits of the ancient residual soil presented by mottled clay in the zone of the fir and cedar woods.

The most distinctive features of the brown soils of the mountain taiga are the weak separation along the soil horizons, the brown color of almost the entire profile, the acidic and slightly acidic reaction, and the absence of an illuvially carbonaceous horizon. Under the forest cover (AO) there is the cumulo layer of 5-7 cm (A1), then goes the brown transitional horizon (B) with capacity from 15 to 40 cm which gradually merges with soil-forming rocks.

Meadow plain soils. They were created along river-valleys with poor development of floodplain terraces. The key feature of soil formation in floodplains of rivers is the development of inundated and alluvial processes.

In floodplains of the taiga and forest zone vegetation can be various. Here is possible to find meadow of mixed herb-cereal groups with fabaceous addition. The woody plants, that can grow there are: the fir-tree, birch, aspen, willow. The leading natural soil-forming process is cespitosis. Therefore, meadow soils can have a well expressed humic profile with a distinct granular or crumbling-granular structure. The shallow horizon (Ad) is presented by grassy turf with well-bounded roots with the depth up to 5-7 cm. Then goes the humic horizon (A1) with the depth up to 14-18 cm, gray or dark gray color with a brown shade and grain structure. It is followed by the illuvial horizon (B) of more dark color, larger depth, dense structure with gradation to source rock (C) in the form of clay alluvial deposits.

3 Characteristic of vegetation

In terms of floristic division, the territory of Kemerovo region is included into the Boreal area of the Holarctic Kingdom. The dominance of types of forest communities and such family representatives as composite plants, cereal, sedge is characteristic of flora of boreal type. As a result of soil violation in certain territories, there are some changes in the key parameters of their flora.

There are the following characteristic features of vegetable cover development in the study area: firstly, the prevailing development of a dark-coniferous taiga, secondly, rather big development of secondary birch-aspen and only aspen plantings and tallgrass tousel, thirdly, a special group of the plants in herbage called "tertiary relicts" and the efemeroid developing in spring only, then the elevated parts absolutely disappearing herbage.

The dark-coniferous taiga is characterized by polydominance, i.e. equal phytocenotic value of several species of coniferous trees. As ecosystem builders of the dark-coniferous taiga there are three wood species: fir Siberian – *Abies sibirica*, pine Siberian (a cedar Siberian) *Pinus sibirica*, fir-tree Siberian – *Picea obovala*.

The structure of the formation is defined by several synfoliums. The first synfolium is made by the leading trees of the taiga: fir, cedar and fir-tree. Trees are of almost identical height and located in a small distance from each other, creating close canopy almost without open light. The second synfolium is bushes, usually only a few samples, and small trees such as birch, mountain ash, well developed only on edges. Bushes usually are: spirea, honeysuckles, mezereon, raspberry. The synfolium of grassy plants is floristically poor, there are typically taiga species. Lack of grass cover on floristic composition and abundance is also a characteristic feature of the dark-coniferous taiga. In herbage of the taiga ferns, are found: ostrich fern, male shield fern, parsley fern.

In the fir-forest of northeast slopes at the height of 400-500 m above the sea level, the cover consists of large ferns and broad-leaved herbs. The cedar woods in the significant area of the flat part are cut down and only a part of them remains: those that did not reach felling maturity or located in inaccessible places. The cedar can be found on river valleys or cedar forest near villages. Cover plain of the cedar taiga consists of green mosses, beadruby, wood-sorrel oxalis; in low places – sphagnum, haircap moss, sedge, Labrador tea, meadowrue, white hellebore, cow-parsnip, goutweed, hawksbeard, lungwort, meadowsweet, peony. Along the river valleys of the rivers, ferns prevail: ostrich fern, male shield fern, spleenwort and

bilberry on higher areas. The grass cover in flat pineries includes: sedge, bluejoint, woodland horsetail, stone bramble, etc.

Watersheds and slopes of mountains are covered with dark taiga. It is characterized by the domination of fir and aspen with the impurity of cedar and types of birch, total absence or poor development of a moss cover, tall grasses development and impoverished group of relict nemorose. Understorey usually consists of tall bushes – mountain ashes, bird cherries, guelder-roses. The quantity of bushes under forest canopy depends on forest thinness, soil moisture and direction of slope. There is guelder-rose, goat willow expand on brightened areas. Slopes, especially southern directions, under a thinned wood synfolium are occupied with single samples, at thawed patches – tousels of spiraea medium, spirea chamaedryfolia, red raspberry. In wetted areas currant dark purpur, dwarf alder locate; in open wet areas, commonly along streams, black currant goes with them. The grassy synfolium is presented by the following cultures: northern wolfsbane, hawksbeard lyrata, hawksbeard sibirica, candle larkspur, bupleurum aureum, ostrich fern, parsley fern, cow-parsnip dissected; species of nemorose group: whiteness betony, giant fescue.

There are forest and floodplain meadows in the area. Floodplain meadows occupy small territories, among them cereal meadows with a dominance of large meadow cereals are quite widespread: creeping wheatgrass, awnless brome, fescues meadow, cocksfoot, herd grass and also meadowsweet, clump speedwell, cuckooflower, throatroot, etc.

4 Characteristic of fauna

The fauna is intimately bound to soils and plants, therefore, the species composition of fauna reflects specifics of the living environment and serves as a criterion for assessment of the degree of anthropogenic load on the habitual area. The research area is inhabited both by communities of invertebrates and vertebrates. Complexes of invertebrates include herpetobions (inhabitants of soils and invertebrates living on the surface of the soil) and hortobionts (inhabitants of herbage). Coleoptera and hemipterans are most numerous (ground beetles, bugs) among herpetobions. Hortobionts are equally represented by homopterous

(dragonflies), orthopteroids (acridoids), flies, lepidopterans (butterflies from families of the white butterfly, zebra butterfly, aefly, batwing), hymenoptera (bumblebee, ant). Arachnidas are abundant.

Complexes of invertebrates play an important role in maintaining a faunistic variety in the conditions of high projective cover degree and humidity.

The main water-collecting artery is the Olzheras River. The fish fauna in its affluent is presented by small in number but widespread species.

5 Geological characteristic

Mezhdurechensk is located in Tom-Usinsk geological area of Kuzbass.

The territory of the city is a part of the zone in western monocline dipicturins as a southeast wing of the Kuzbass trough. It includes deposits of the Erunakovskiy, the Ilyinskiy, the Kuznetskiy and the Verkhnebalakonskiy suits.

The major width of the zone is in the central part of the Tom-Usinsk district. This zone is characterized by the flat falling of layers and complicated by a small number of flexure folds.

The geological structure of the city area is defined by the genetic complexes located in the stratigraphic sequence.

1. The complex of lagoonal-continental Nizhnepermskiy deposits of Verkhnebalakhonskiy subseries is presented by coal-bearing formation. Strata deposits have wide distribution and high carboniferous assay. Depth of complex is 850-870 m. According to the presence of coal, the complex is divided into two suits: the intermediate and the Ishanovskaya.

The intermediate suite has the depth of the 250-270 m and contains small amount of coal layers with the thick about 1 m. The Ishanovskaya suite is more developed, its depth is 560-600 m. The suite is characterized by high coal-bearing capacity, thickness of separate layers of coal is 5-8 m.

The distinctive feature of the deposits is high mechanical strength and stability of sand-alevrite masses and layers of coal. The complex has northwest inclination of strata with a bias about 11°.

2. Complex of alluvial modern deposits of inundated terraces of the Tom River and the Usa River. It includes all interfluvial space of the territory of the city. In the complex two facies are located: channel and flood plain.

The channel facies consist of stony and pebble deposits, its depth is from 2 to 6,5m. Deposits are washed well out and flooded.

They are characterized by a good rounding of material and the nonuniform fineness.

The channel facies have an ongoing subartesian-phreatimetric horizon of ground interstitial-hole water.

The flood plain facies are presented by loams and have depth no more than 5,5m. Loams differ in the increased humidity, weak firmness and soft structure.

3. The complex of the modern biogenic (marsh) formations is presented by deposits of peaty, old rivers and swamped spaces. Peat has various stages of decomposition and is waterlogged. The depth of a complex is from 0,2 to 2,3m. The complex has loams from tight to very soft with the content of organic substance from 0,13 to 0,42.

The depth of loam layers are about 1,5 m. The development areas of the complex theoretically correspond to water-logged areas. At present the majority of them are blocked by the modern technogenic deposits.

4. The complex of the modern technogenic formations. Fill-up ground covering the considerable part of the city belongs to technogenic formations. Fill-up grounds were used for construction of roads, dikes and various upfillings.

There was not any special research. Their depth varies from 0,5 to 3,5m. The ground consists of gravel, coal slag, scrap bricks and loam with rudaceous rock. Overburden rock piles should be noted among fill-up ground.

Overburden rocks generally consist of the processed pellet fractions. New rocks are disorderly pellet air pollution sources, thawed and storm water.

The geological map of Mezhdurechensk and adjacent settlements are in figure 2.

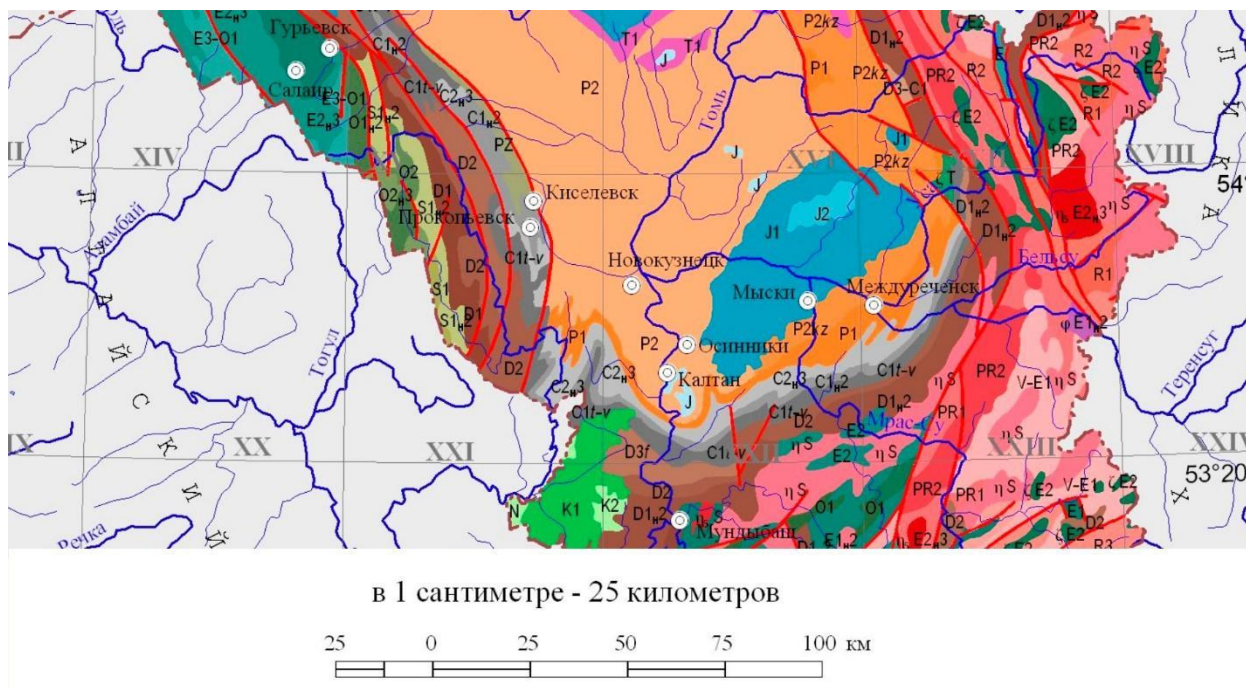


Figure 2 – Geological map of Mezhdurechensk

Scale 1:2 500 000 000 [10]

6 Hydrogeological characteristics of the area

The hydrological network of the city is presented by the Tom River and the Usa River and their small effluents. The Tom River begins on the western slope of the Abakan mountains and flows into the Ob River, on the right in 2677 km from its ostium. General direction of the river is northwest. Watersheds of the pool are the Salair Ridge and the Kuznetsk Alatau. The Tom River is the main waterway in the area. The length of the river is 827 km; the area of a reservoir is 62000 sq.km. The top of the pool (before fall of the Kondoma River) is a mountain river with absolute marks of 1300-2200 m. Being in a humid zone, its annual amount of precipitation is 800-1200 m, it has dense and complicated river network. The most considerable feeders: The Terezhu, the Kazyr, the Bel-Su, the Usa, the Mras-Su. Before falling into the Usa River the Tom River flows in the narrow valley, in stepped bed, with biases 0,0008-0,002. The water gauging station of the Tom River is located 8 km above the fall of the Usa River and in 7 km below the Kumzas River fall. The mark "0" of the Baltic elevation system is on 242,46 m.

The bottom width of the valley is 0,5-1,8 km. The slopes are 100-300 m high, very steep (35-40), curved, dissect ravines and valleys of streams and small rivers,

rocky, covered with mixed woods. A channel is poorly sinuous, branching, often found covered with shrub vegetation islands. Below the Bel Su rivers, there is a floodplain, mainly unflow, passing from one shore to another. The prevailing width of the floodplain is 0,5 km, the largest is 1,5-2,0 km. The width of a channel is 20-120 m, a form of the valley of the river trough-shaped. The right-bank part of the valley merges with the valley of the Usa River, forming an interfluvial space 5-8 broad, in that territory Mezhdurechensk is located. The left slope of the valley is steep. Height is up to 100 m, a channel is rectilinear, the bottom bouldery and pebble.

The depth of water flow in low water ranges from 0,7 m to 0,8 m in rolling areas and from 3,0 m to 3,5 m in broad areas, river flow rates are 0,3-1.0m/sec. An average annual unit discharge is 28 l/sec.

The water of the Tom River is low-salt hydrocarbonate. The Tom River is the main source of water supply of the city.

The Usa River is the right feeder of the Tom River. Its length is 175 km; the area of a reservoir is 3320 sq.km. It begins on the western slopes of the Kuznetsk Alatau.

The river channel is poorly sinuous. The valley of the river is trough-shaped, with steep slopes with coniferous forest. The left-bank of the valley is a floodplain, occasionally swampy, merges with the valley of the Tom River. On the right side of the valley, the mountains up to 100 m with the coniferous forest are adjoined. The right bank is steep and rocky. On the left bank a dike height 7-9 m is located, therefore the floodplain which width is up to 3 km, is not flooded. The dike narrows a river channel in a flood period, that causes a change of biases. River channel is rectilinear; the bottom is boulder and pebble. The river has a lot of islands, rifts, and braids.

In winter, owing to sledged ice, there are ice gorges, icing, ice-holes, and in the period of ice drift there are ice gorges.

The river is very watery, an average annual unit discharge is 45 l/sec.

Maximum levels of infrequent repeatability in the Tom River and the Usa River can cause an overflow in some places of a protection dike. Consequently, it is

necessary to take engineering actions for engineering protection of the city against flooding.

7 Economic activity

Mezhdurechensk has developed a plan for social and engineering infrastructures. Climatic and technogenic factors effect on the city environment. Technogenic factors attract the greatest interest since they lead to ecological disruption. The production enterprises and transport give a larger share of the technogenic load of a surrounding medium.

In the city of Mezhdurechensk the leading branch is the coal industry (95% of the total amount of the shipped industrial output). The key industry of the territory of the city is presented in figure 3.

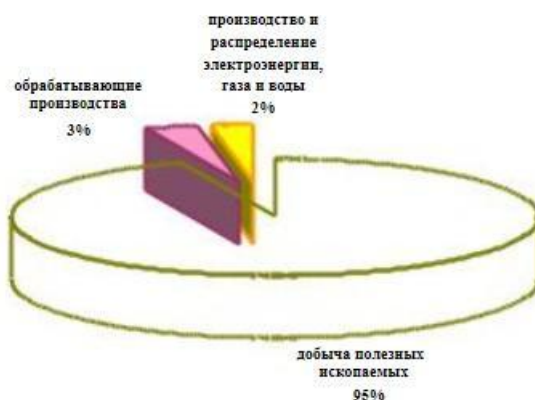


Figure 3 – Structure of the Industry in the city of Mezhdurechensk in 2009, %
[37]

The main sources of pollution of free air are boiler, coal mines, mines dressing-works. Dust, carbon monoxide, nitric oxides, sulfur dioxide, and also heavy metals get into the atmosphere from them.

Приложение В (Обязательное) Протокол испытаний на содержание ртути №14-20 Р



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

ЛАБОРАТОРИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА

634050, г. Томск-50, пр. Ленина, 30, ТПУ, ИШПР, ОГ, тел.8-906-949-43-69, e-mail osipova@tpu.ru

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ № 14-20 Р

Атомно-абсорбционный анализ проб почвы на содержание ртути

Выдан заказчику:

Кудрявцева М.Г., тел.8-952-802-66-82 e-mail cudrjavzeva@yandex.ru
Заявка от 14.01.2019

Объект испытаний: 29 проб почв массой по 0,1 кг, в пластиковых пакетах, измельченные
Отбор и представительность проб обеспечены заказчиком

Характеристика метода анализа: см. Приложение к протоколу

Сертификат на метод и средство измерений: см. Приложение к протоколу

Свидетельство о поверке №243/257-2019, дата поверки - 3 декабря 2019 г.

№ п/п	Шифр пробы	Измеренные значения содержания ртути, мкг/кг	№ п/п	Шифр пробы	Измеренные значения содержания ртути, мкг/кг
1	КМ1	38±4,7	16	КМ16	172,5±10,2
2	КМ2	86,3±5,3	17	КМ17	69,3±7,2
3	КМ3	88,2±2,4	18	КМ18	43,7±5,0
4	КМ4	52,4±6,7	19	КМ19	54,1±3,7
5	КМ5	54±3,3	20	КМ20	104,9±3,8
6	КМ6	24,1±9,1	21	КМ21	27,6±8,0
7	КМ7	18,6±4,9	22	КМ22	20,8±3,1
8	КМ8	27,1±1,6	23	КМ23	47,1±4,8
9	КМ9	39,4±0,0	24	КМ24	32±3,1
10	КМ10	41,7±1,9	25	КМ25	26,8±1,1
11	КМ11	29,8±1,7	26	КМ26	14,9±1,9
12	КМ12	77±2,3	27	КМ27	20±2,5
13	КМ13	161,8 ±0,5	28	КМ28	23,2±8,5
14	КМ14	43,5±7,0	29	КМ29	29,4±6,0
15	КМ15	32,6±2,2			

Заведующий лабораторией, к.х.н., с.н.с



Осипова Н.А.

Приложение С
(Обязательное)
Приложение к протоколу №14-20 Р



Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation
Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
«National Research Tomsk Polytechnic University» (TPU)
30, Lenin ave., Tomsk, 634050, Russia
Tel. +7-3822-606333, +7-3822-701779,
Fax: +7-3822-606444, e-mail: tpu@tpu.ru, tpu.ru
OKPO (National Classification of Enterprises and Organizations):
02069303,
Company Number: 027000890168,
VAT APP (Code of Reason for Registration):
7018007264/701701001, BIC 046902001

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский
Томский политехнический университет» (ТПУ)
Ленина, пр., д. 30, г. Томск, 634050, Россия
Тел.: +7-3822-606333, +7-3822-701779,
Факс: +7-3822-606444, e-mail: tpu@tpu.ru, tpu.ru
ОКПО 02069303, ОГРН 1027000890168,
ИНН/КПП 7018007264/701701001, БИК 046902001

Инженерная школа природных ресурсов
Отделение геологии

ЛАБОРАТОРИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА

634050, г. Томск-50, пр. Ленина, 30, ТПУ, ИШПР, ОГ, тел. 8-906-949-43-69, e-mail osipova@tpu.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ К ПРОТОКОЛУ №14-20 Р

**МЕТОДИКИ И АППАРАТУРА, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
СОДЕРЖАНИЯ РТУТИ В ПРОБАХ ПОЧВЫ**

1. Методики: «ПНД Ф 16.1:2.23-2000 М 03-05-2005

Методика выполнения измерений массовой доли общей ртути в пробах почв и грунтов с использованием анализатора ртути с зеемановской коррекцией неселективного поглощения «РА-915М» и пиролитической приставки «ПИРО-915+» и пакета программ RA915P.

2. Аппаратура:

Анализатор ртути РА-915 с зеемановской коррекцией неселективного поглощения

Приставка ПИРО-915+

Стандартные образцы твердой пробы почвы с известным содержанием ртути

ГСО 2500-83 (290±40) мкг/кг

Свидетельство о регистрации в Госреестре № 18795-09